

انتشارات چرتکه

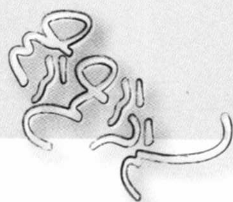
بورکهارد کینکا، لارس گالاب

...به دنیای شگفت انگیز الکترونیک دیجیتال خوش آمدید!

ترجمه:

سَروین هنربخش





بورکهارد کینکا، لارس گالاب

... به‌دنیای شگفت‌انگیز

الکترونیک دیجیتال

خوش آمدید!

مترجم:

سَروین هنربخش

سرشناسه : کاینکا، بورکهارت
Kainka, Burkhard
عنوان و نام پدیدآور : به دنیای شگفت‌انگیز الکترونیک دیجیتال خوش‌آمدید!/ بورکهارد کینکا، لارس گالاب؛ مترجم سروین هنربخش.
مشخصات نشر : تهران: چرتکه، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری : ۲۰۰ ص.: مصور، جدول.
شابک : ۶۰۰۰۰ ریال: 978-964-6463-62-2
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: Experiments with digital electronics: ۵۰ practical circuits, ۲۰۱۰.
موضوع : الکترونیک رقمی
شناسه افزوده : گولوب، لارس
شناسه افزوده : Gollub, Lars
شناسه افزوده : هنربخش، سروین، ۱۳۶۷ -، مترجم
رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ ۲ک۷ر/ TK۷۸۶۸
رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۸۱۵
شماره کتابشناسی ملی : ۲۴۳۲۲۳۶۷



انتشارات چرتکه

نام کتاب	... به دنیای شگفت‌انگیز الکترونیک دیجیتال خوش آمدید!
ناشر	انتشارات چرتکه
مؤلف	بورکهارد کینکا، لارس گالاب
مترجم	سَروین هنربخش
صفحه‌آرایی	هفت‌رنگ گرافیک (معصومه معصومی)
نوبت چاپ	اول ـ پائیز ۱۳۹۰
چاپ	حدیث
صحافی	کیمیا
ناظر فنی چاپ	محسن پورحسین
تیراژ	۶۰۰ جلد
بها	۶۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۶۴۶۳-۶۲-۲

مراکز پخش:

۱ـ تهران، میدان انقلاب، ابتدای جمالزاده جنوبی، کوچه جهانگرد، شماره ۱۳، نشر آترا ـ تلفن: ۶۶۹۲۲۰۸۲

۲ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر.
تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۳ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش.
تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

این کتاب ترجمه‌ای است از:

Experiments with Digital Electronics

50 practical circuits

Burkhard Kainka / Lars Gollub

ISBN 978-0-905705-97-2

Translation (from German): Brian Tristam Williams (SA)
Prepress production: Eric A.J. Bogers, Aschendorf (DE)
Cover Design: Etcetera, Aachen (DE)
First published in the United Kingdom 2010
Printed in the Netherlands by Wilco, Amersfoort

099004-UK

Elektor International Media
www.elektor.com

مسئولیت صحت برگردان فارسی، به عهده‌ی مترجم است.



مقدمه‌ی مؤلفین

الکترونیک دیجیتال قسمت اصلی فناوری نوین محسوب می‌شود. با نگاهی سطحی به داخل یک وسیله جدید مشاهده خواهید کرد که در آن به‌طور وسیعی از مدارات مجتمع، میکروکنترلرها، مدارهای منطقی برنامه‌پذیر و غیره استفاده شده است. اگرچه در داخل این دستگاه‌ها به‌ندرت اثری از آی‌سی‌های دیجیتالی ساده مثل ۴۰۰۱ و۴۰۹۳ خواهید یافت و ممکن است فکر کنید که این قطعات دیگر مطرود شده‌اند و بررسی آنها بی‌مورد و بی‌فایده است. ولی پاسخ این است که برای انجام هر کاری باید سلسله مراتب را رعایت کرد. یادگیری اصول وعملکرد میکروکنترلرها هم بهمین صورت است. ابتدا به ساکن که نمی‌توان فراگیری آنها را آغاز نمود و بهتر است اول با مقدمات و پیش‌نیازها شروع کرد. بنابراین ما سعی کرده‌ایم که با مدارات نسبتاً ساده شامل گیت‌ها، فلیپ فلاپ‌ها و شمارنده‌هایی که با CMOSهای سری ۴۰۰۰ ساخته شده‌اند، کارمان را شروع نمائیم. این‌هائی که گفتیم مبانی و پایه‌های الکترونیک دیجیتال هستند. فقط کسانی که واقعاً طرز کار یک مدار دیجیتالی را درک کنند قادر به ادامه مسیر و درک نحوه عملکرد دستگاه‌ها و مدارهای مجتمع پیشرفته‌تر خواهند بود. یک نگاه گذرا به برگه‌ی اطلاعاتی یک میکروکنترلر مشخص می‌کند که سازندگان این قطعات فرض را بر این استوار می‌کنند که کاربر آنها تا حدودی با الکترونیک دیجیتال آشنا می‌باشد. این‌گونه برگه‌ها مملو از جزئیات و دیاگرام‌های مداری با بلوک‌های ساختاری دیجیتالی مجزا می‌باشند. حتی برنامه‌ریزی یک میکروکنترلر هم به معلوماتی در توابع منطقی ساده و روابط آن‌ها با یکدیگر نیاز دارد.

در قسمت معلومات نظری موردنیاز، کتابهای بیشماری وجود دارند ولی یادگیری آنها وقتی با موفقیت بیشتری همراه است که آموزش مطالب با آزمایش‌های عملی توأم باشند. ساختن مدارات دیجیتالی، هم آموزنده و هم سرگرم‌کننده هستند و بسیاری از ۵۰ مداری که در این کتاب عرضه

شـده‌اند، کاربردهای عملی دارند. با یک نظر اجمالی بـه زمینه‌ی مورد بحث، هر هنرجو می‌تواند ساده‌ترین راه‌حل برای هـر کاربردی را پیدا کند. در این کتاب وسـیله اصلی کار ما آی‌سـی‌های CMOS بـوده و بکمک آنها آزمایش‌های عملی متعددی شـکل گرفته‌انـد. این کتاب را باید یک محصول مشترک دانسـت. «لارس گالاب» تمام آزمایش‌ها، دیاگرام‌های مداری و تصاویر مربوط به چیدمان قطعات آنها را خلق و ابداع کرده و «بورکهاردکینکا» کل متن کتاب را تألیف نموده است.

بهرحال امیدواریم با ساخت آزمایش‌ها، از الکترونیک دیجیتال، لذت برده و سرگرم شوید!

«بورکهارد کینکا» و «لارس گالاب»

مقدمه‌ی مترجم

نفوذ سریع فناوری دیجیتال به همه رشته‌ها، از تأسیسات گرفته تا اتومکانیک و بخصوص زیرمجموعه‌های برق، الکترونیک، مخابرات و ارتباطات، موجب آن گردیده که علاوه بر علاقمندان غیرحرفه‌ای رشته الکترونیک، پرسنل فنی شاغل در رشته‌های دیگر نیز ناچار شوند با این تکنولوژی نوین آشنائی مختصری پیدا کنند.

مخاطب اصلی این کتاب به هیچ‌عنوان مهندسین، افراد حرفه‌ای و حتی دانشجویان رشته الکترونیک که مطمئناً در این زمینه اطلاعات زیادی دارند، نیست.

افراد غیرحرفه‌ای و هنرآموزان هنرستانی و رشته‌های کار دانش و فنی‌حرفه‌ای که می‌خواهند برای اولین بار با این دانش آشنا شوند، در صورتیکه ابتدا به ساکن به سراغ کتابهای وزین درسی که بار نظری سنگینی دارند بروند، ممکن است خسته و دلسرد شده و کار را در نیمه‌ی راه رها نمایند.

این کتاب که برای تفهیم مطالب خود صرفاً از تعداد بسیار محدودی از قطعات عمومی الکترونیکی سود جسته، در اندک صفحات خود، خواننده مشتاق را با اصول اولیه الکترونیک دیجیتال که آن را باید تحول شگرفی در دنیای تکنولوژی انگاشت، آشنا می‌سازد.

روند طرح مطالب به صورت صددرصد عملی بوده و برای آنکه خواننده با مبانی و پایه‌های این فناوری آشنا شود، بلافاصله پس از طرح هر مطلب، یک آزمایش ارائه شده که با در نظر گرفتن قطعاتی که به آنها اشاره شد، فرد می‌تواند، مدار را بسته و عملاً نتیجه را به عینه مشاهده کند.

کتاب، ۵۰ مدار ساده، جالب و عملی دیجیتالی را در بر می‌گیرد و می‌تواند حتی برای دستورکار آزمایشگاه دیجیتال مراکز آموزشی نیز مورد استفاده واقع شود. بدون تهیه قطعات لازم و سر هم کردن مدارات پیشنهاد شده، مطالعه این کتاب مثمرثمر نخواهد بود.

برای سهولت کار، کلیه مدارات، برای سر هم شدن بر روی یک بِرد بُرد ۲۰۰×۶۴۰ خانه پیش‌بینی شده‌اند و نیاز به هیچ‌گونه عملیات لحیم‌کاری نبوده و فراهم‌سازی و تکمیل هر مدار، زمان زیادی نخواهد برد. مضافاً به اینکه از خرج‌تراشی بی‌مورد ممانعت به عمل آمده و پس از اتمام هر کار، می‌توان قطعات را باز کرده و از آنها در آزمایش‌های بعدی سود جست.

البته این را هم نباید از قلم انداخت که مطالعه‌ی این کتاب، در واقع، به نوعی فقط اخذ ویزای «ورود به دنیای شگفت‌انگیز دیجیتال» است! موفقیت نهائی زمانی نصیب خواننده می‌شود که پس از اتمام آن، به‌تدریج به مطالعه‌ی کتب وزین‌تر و حتی دانشگاهی که از پایه‌های نظری مناسبی برخوردارند و خوشبختانه تعدادشان هم کم نیست، بپردازد.

تنها پیش‌نیاز مطالعه این کتاب، آشنائی با اصول اولیه الکترونیک و بخصوص شناسائی عملکرد وخواص قطعاتی از جمله مقاومت، دیود، خازن و ... می‌باشد. نکته‌ای که در موقع جمع‌کردن مدارات باید رعایت شود، ظرافت و محدودیت‌های آی‌سی‌ها است و با توجه به ولتاژ کار، وجود الکتریسیته ساکن، اشتباه قرار دادن پایه‌ها درحفره های بِرد بُرد، اعمال فشار بی‌مورد و خم یا قطع کردن پایه‌ها و مسائلی از این دست، باید احتیاط‌های لازم را معمول نمود.

مترجم با معلومات ناچیز و قلم ناتوان خود، نهایت تلاش را به کار بسته تا اطلاعات مفیدی را به خواننده انتقال دهد و در همین‌جا وظیفه‌ی خود می‌داند که از آقای محسن پورحسین و سرکار خانم معصومه معصومی و سایر همکاران که با یک تلاش گروهی، دستنویس مخدوش و نه‌چندان زیبای حقیر را به شکل حاضر و در قالب یک کتاب خلاصه و مختصر در اختیار مشتاقان قرار می‌دهند، سپاسگزاری نماید.

علاوه بر اشتباهات چاپی، مطالب کتاب خالی از لغزش‌های سهوی فنی نیز نمی‌باشد که ترمیم و اصلاح آنها فقط با ارائه تذکرات و انتقادات سازنده خوانندگان میسر بوده و مترجم، به آنها، به دیده‌ی منت خواهد نگریست.

سروین هنربخش

تهران - ۱۳۹۰

فهرست



فصل اول

مقدمه

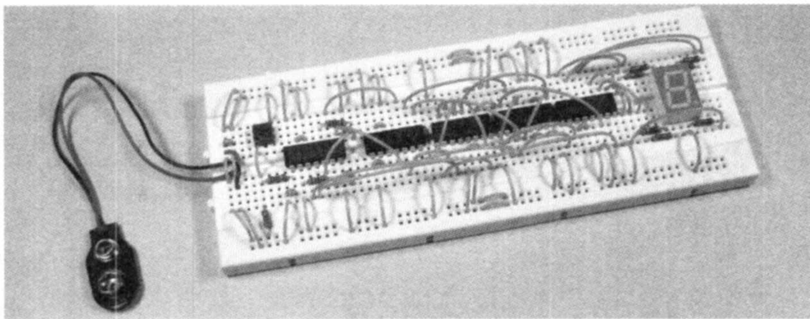
این کتاب، اصول الکترونیک دیجیتال را به کمک قطعات دیجیتالی از سری CMOS۴۰۰۰ به شما خواهد آموخت. تمام آزمایش‌ها بر روی بِرد بُردهای فاقد لحیم‌کاری انجام می‌شوند.
هر کسی که بر روی سیستم‌های کنترلی مثل PLCها یا میکرو کنترلرها کار می‌کند باید این اصول را بیاموزد. اینکه داده‌ها چگونه پردازش می‌شوند، چگونه قطعات خروجی مثل LEDها، نمایشگرها و بلندگوها کنترل می‌گردند، توابع منطقی اصلی کدام‌ها هستند، ثبات‌ها و شمارنده‌ها چگونه کار می‌کنند و ... همه و همه نکات و مطالبی هستند که با استفاده از آزمایش‌های عملی، آن‌ها را خواهیم آموخت.
کتاب عمدتاً برای دانش‌آموزان، کارآموزان و همچنین برای آماتورهائی که به صورت تفننی و سرگرمی به الکترونیک نگاه می‌کنند و نیاز به داشتن یک اطلاعات ساده و پایه‌ای از الکترونیک دیجیتال دارند، نگاشته شده است.
هرچند که این معلومات بعداً پایه و زیربنای پروژه‌های بزرگتر در برنامه‌نویسی و میکروکنترلرها خواهد بود. تمام تجربیات و آزمایش‌های این کتاب برای خودآموزی و کارآموزی جداگانه و مجزا، طراحی شده‌اند. آزمایش‌های ارائه شده در عین حال برای موارد آموزشی و کارآموزی شغلی یا کارهای عملی در دانشگاه‌ها نیز مناسب هستند. ناشر در سایت خود به آدرس (www.elektor.com/digital experiments) در یک کیت بسته‌بندی شده، قطعات مورد نیاز

یعنی: بِرد بُرد، آی‌سی‌ها و سایر قطعات را به شما ارائه می‌دهد[1]. البته تهیه قطعات مورد لزوم به این صورت اجباری نبوده و شما می‌توانید با جستجو کردن در جعبه ابزار و صندوقچه‌ی قطعات اضافی‌تان، برخی از آن‌ها را یافته و کسری قطعات را از بازار تهیه کنید و همچنین اصراری در بستن مدارها روی بِردبُرد نیست و از هر طریق دیگری مثلاً جمع کردن آنها بر روی یک صفحه مدار معمولی هم میسر است. هر چند که عملی بودن بستن مدارها روی بِرد بُردثابت شده زیرا سر هم کردن مدارات سرعت گرفته و اصلاح و ترمیم آن‌ها بدون درد سرانجام خواهد شد. استفاده از بِردبُردها غالباً امکان تغییرات بیشتر را فراهم آورده و گسترش آزمایش‌ها با سهولت بیشتری صورت می‌پذیرد.

۱-۱- قطعات

برای آنکه آزمایش‌های متعددی با هزینه کم انجام شوند از مجموعه‌ی مختصری از قطعات استفاده می‌شود.

در نتیجه، خرید مجموعه‌ی کاملی از قطعات موردنیاز، برای مدارس، سهل‌تر می‌گردد. هرچند که همان‌طور که جلوتر هم اشاره شد با مراجعه به سایت مؤسسه‌ی الکتور می‌توانید یک کیت کامل را خریداری فرمائید. مقاومت‌های به کار رفته دارای چهار حلقه رنگی و یک حلقه قهوه‌ای رنگ اضافی هستند که معرف تلرانس ۱٪ می‌باشند.



شکل ۱-۱. یک نمونه از مدار ساخته شده

۱- قطعه‌های به‌کار رفته در مدارات این کتاب بسیار عمومی و فراوان می‌باشند و علاقمندان می‌توانند با مراجعه به فروشندگان قطعات الکترونیک به راحتی و با قیمت مناسب آن‌ها را تهیه نمایند.

ریز قطعات

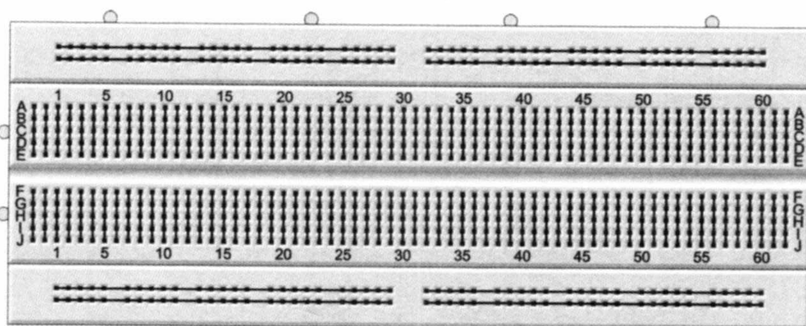
مقاومت‌ها:
سه مقاومت ۸۲۰ اهم
(سبز ـ قرمز ـ مشکی ـ مشکی)
هشت مقاومت ۱ کیلو اهم
(قهوه‌ای ـ مشکی ـ مشکی ـ قهوه‌ای)
یک مقاومت ۳/۳ کیلو اهم
(پرتقالی ـ پرتقالی ـ مشکی ـ قهوه‌ای)
چهار مقاومت ۱۰ کیلو اهم
(قهوه‌ای ـ مشکی ـ مشکی ـ قرمز)
یک مقاومت ۱۰۰ کیلو اهم
(قهوه‌ای ـ مشکی ـ مشکی ـ پرتقالی)
دو مقاومت ۲۲۰ کیلو اهم
(قرمز ـ قرمز ـ مشکی ـ پرتقالی)
یک مقاومت نوری (LDR)

خازن‌ها:
چهار خازن سرامیکی ۱۰۰نانوفاراد (با مشخصهٔ «۱۰۴»)
یک خازن الکترولیتی ۱۰ میکروفاراد، ۱۶ ولت

نیمه‌هادی‌ها:
هفت عدد LEDای قرمز
یک عدد LED ی زرد
یک عدد LEDای سبز
یک نمایشگر هفت قطعه‌ای کاتد مشترک
یک عدد دیود به شمارهٔ1N4148
یک عدد آی‌سی ۴۰۰۱ (شامل چهار گیت NOR)
دو عدد آی‌سی۴۰۹۳ (شامل چهار گیت NAND با ورودی‌های اشمیت تریگر)
دو عدد آی‌سی۴۰۲۷ (با دو فلیپ فلاپ JK)
یک عدد آی‌سی ۴۵۱۱ (رمزگشای هفت قطعه‌ای)

لوازم دیگر:
۱ عدد بِرد بُرد۲۰۰×۶۴۰ خانه
۲ متر سیم معمولی از نوع مفتولی یا تک رشته
۴ عدد کلید
یک عدد مبدل پیزوالکتریک
یک عدد سر باتری (بست باتری)

بِردبُرد خریداری شده باید طوری باشد که برای قطعات مجزا و همچنین نصب آی‌سی‌های با پایه‌های دو ردیفه طولی مناسب باشد. در شکل ۲ـ۱ نحوه‌ی ارتباط ترمینال‌های بِردبُرد نمایش داده شده است. توجه داشته باشید که دو خط طولی بالائی و پایینی بِردبُرد، در میانه‌ی راه منقطع هستند.



شکل ۲ـ۱ *نحوه‌ی ارتباط ترمینال‌های بِردبُرد*

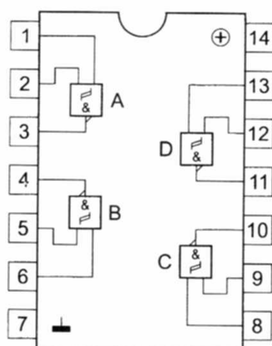
دیاگرام مداری و نحوه پیاده‌سازی هر آزمایش روی بِردبُرد به‌طور مجزا ارائه گردیده است. دیاگرام نحوه‌ی پیاده‌سازی برای ارائه یک حالت اجمالی از مناسب‌ترین وضعیت قرارگیری قطعات، جور بودن دقیق و همچنین نحوه‌ی زاویه دادن به سیم‌ها برای نصب مطمئن، در هر

 آزمایش در نظر گرفته شده است.

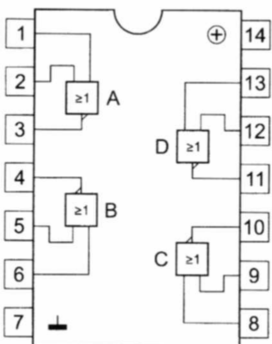
هر چند بهتر است طول سیم‌ها را قدری بلندتر از آنچه که نشان داده شده در نظر گرفت تا امکان خم‌کردن و رساندن آنها به محل اتصال قطعات مختلف میسر باشد. پس از اتمام هر آزمایش، سیم‌های مزبور را نباید دور بریزید چون از آنها می‌توانید در آزمایش‌های بعدی سود بجوئید. برای اینکار هر سیم را با سیم‌چین بریده و سپس دو طرف آن را به طول تقریبی ۶ میلیمتر لخت کنید. اگر کار کردن با سیم‌چین برایتان مشکل است و مرتباً سیم‌ها را دور ریز می‌کنید، می‌توانید محل مورد نظر را ابتدا با یک چاقوی تیز، خراش دهید. حداکثر دقت را مبذول کنید که به هادی اصلی صدمه‌ای نزنید چون در غیر اینصورت موقع وصل کردن سیم به ترمینال موردنظر، سیم از همان‌جا پاره خواهد شد. با کمی تمرین می‌توانید سیم را بین لبه‌ی چاقو و سطح میز گردانده و عایق یا روکش سیم را به سادگی از آن جدا کنید.

گاهی اوقات لازم است که سر سیم را به صورت فشاری وارد ترمینال مربوطه نمائید. در این‌جور موارد اگر سیم به سادگی وارد ترمینال موردنظر نمی‌شود، از یک سنجاق ته‌گرد کمک بگیرید. اگرچه با کمی تمرین بتدریج می‌توانید موقع برش سیم، آن را به شکل مورب و تیز قطع کنید (یعنی مقطع سیم بریده شده بجای دایره، بیضی‌گون باشد) تا نوک تیز بوده و به سادگی وارد ترمینال شود.

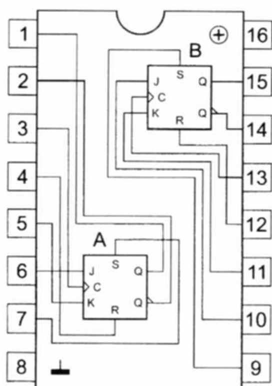
آی‌سی‌های بکار رفته از نوع CMOS و با ۱۴ یا ۱۶ پایه می‌باشند. موقعیت پایه‌ها در تصویر بعدی مشخص شده است. همانطوری که ملاحظه می‌کنید، محل پایه‌های متصل به تغذیه، در گوشه‌ها واقع شده‌اند. پایه ۷ (یا ۸) زمین یا منفی مدار بوده و ۱۴ (یا ۱۶) به ولتاژ مثبت وصل می‌گردد. در تمام آزمایش‌های این کتاب، زمین یعنی ترمینال منفی باتری، حتی اگر روی نقشه‌ها، از نشانه‌ی زمین استفاده شده باشد. نشانه GND یا زمین همچنین حالت بدنه یا مشترک را نیز شامل می‌شود. با وجودی که در این جا از هیچ ترانزیستور دوقطبی استفاده نشده است، پایه متصل به قطب مثبت تغذیه معمولاً با V_{CC} مشخص گردیده که از اول کلمات «ولتاژ کلکتور مشترک» اخذ گردیده است. و درست به همین دلیل، در برخی از برگه‌های اطلاعاتی شرکت‌های سازنده، پایه‌ی متصل به قطب منفی با V_{EE} (از کلمه امیتر) نشان داده می‌شود. نشانه‌های دیگر به کار رفته، V_{SS} (سورس یا منبع) برای زمین و V_{DD} (درین) برای قطب مثبت می‌باشند.



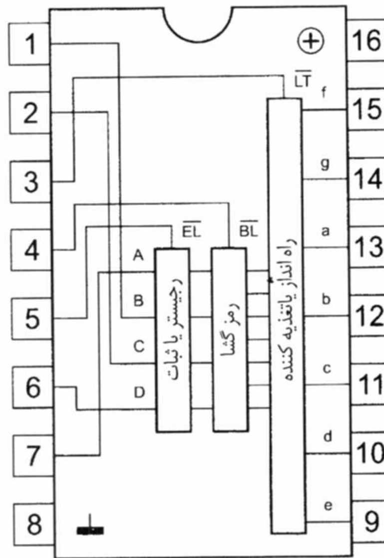
شکل ۳ـ۱. چیدمان پایه‌های ۴۰۹۳



شکل ۴ـ۱. چیدمان پایه‌های ۴۰۰۱



شکل ۵ـ۱ چیدمان پایه‌های ۴۰۲۷



شکل ۶ـ۱. چیدمان پایه‌های ۴۵۱۱

آی‌سی‌ها معمولاً قادر به ارائه وظایف مشابهی هستند که با حروف A، B، C و D مشخص می‌گردند. برخلاف برگه‌های اطلاعاتی شرکت‌سازنده، فلیپ‌فلاپ JKی نزدیک به پایه‌های با شماره‌های پائین‌تر را، A نامگذاری کرده‌ایم.

فصل دوم

اصول دیجیتال

دیجیتال یعنی مجزا و چند پارچه و به تشریح محیطی می‌پردازد که حالت‌های متفاوتی را کسب می‌کند.

در ساده‌ترین حالت، یک کلید، فقط دو وضعیت را ممکن است بخود بگیرد:
روشن یا خاموش، بلی یا خیر، 1 یا 0، درست یا نادرست. از آن‌جائی که کلید فقط دو حالت دارد، از وضعیت باینری یا دودوئی هم سخن به میان خواهیم آورد.

یک کلید ساده، دیجیتالی عمل می‌کند، یا روشن است یا خاموش و بین این دو وضعیت، حالت سومی وجود نخواهد داشت.

۲-۱ بیت‌ها و اعداد باینری

در فناوری دیجیتال، کوچکترین واحد اطلاعاتی، یک بیت است که از یکی از دو حالت 1 یا 0 تشکیل می‌گردد. برای مثال دو کلید را در نظر بگیرید که هر کدام نشان‌دهنده‌ی یک بیت باشند. در کل، بین این دو کلید، چهار حالت مختلف ایجاد خواهد گردید. با ۳ بیت، هشت حالت و با چهار بیت، ۱۶ حالت می‌تواند، ارقام بین ۰ و ۱۵ را نمایش دهد. همانطوری که در جدول ۱-۲ ملاحظه می‌کنید، یک عدد باینری ۴ بیتی از چهار «صفر یا یک» تشکیل می‌گردد.

بیت ۳	بیت ۲	بیت ۱	بیت ۰	
2 ^ 3 = 8	2 ^ 2 = 4	2 ^ 1 = 2	2 ^ 0 = 1	حاصل (اعشاری)
0	0	0	0	0+0+0+0=0
0	0	0	1	0+0+0+1=1
0	0	1	0	0+0+2+0=2
0	0	1	1	0+0+2+1=3
0	1	0	0	0+4+0+0=4
0	1	0	1	0+4+0+1=5
0	1	1	0	0+4+2+0=6
0	1	1	1	0+4+2+1=7
1	0	0	0	8+0+0+0=8
1	0	0	1	8+0+0+1=9
1	0	1	0	8+0+2+0=10
1	0	1	1	8+0+2+1=11
1	1	0	0	8+4+0+0=12
1	1	0	1	8+4+0+1=13
1	1	1	0	8+4+2+0=14
1	1	1	1	8+4+2+1=15

جدول ۱ـ۲ *شمارش باینری*

«0000» مقداری معادل ۰، «1100»، ۱۲ و «1111» برابر ۱۵ خواهد بود. بنابراین، وقتی چهار کلید داریم، در مجموع باید ۱۶ حالت احتمالی را بررسی کنیم. چهار واحد اطلاعاتی دیجیتالی (بیت‌ها)، ۱۶ حالت مجزا را نمایش خواهند داد که این، با فناوری آنالوگ، همخوانی ندارد. یک ولت متر عقربه‌ای می‌تواند عدد مربوط به هر ولتاژی را نمایش دهد.

۲.۲ توابع دیجیتالی ساده

از نظر اصولی، مدارات دیجیتالی را می‌توان با کلیدها بنا کرد. حتی وقتی دو کلید داشته باشیم، متناسب با کاربرد موردنظر، سیم‌کشی‌های مختلفی را می‌توان ارائه داد.

مثال ـ در کارخانه‌ای دستگاهی نصب شده که دو کلید دارد. برای اینکه خطر آسیب رسیدن به دست کارگر مرتفع شود، دستگاه طوری طراحی شده که فقط موقعی عمل می‌کند که کارگر هر دو کلید را بطور هم‌زمان فشار دهد. نحوه‌ی سیم‌کشی خیلی ساده است، کلیدها به صورت سری بهم وصل شده‌اند . به این ترتیب، دستگاه فقط موقعی فعال می‌شود که هر دو کلید ۱ و ۲ بطور همزمان فشار داده شوند. این، خود می‌تواند مثالی از یک عملکرد دیجیتالی AND باشد.

همه حالت‌های احتمالی را می‌توان باجدولی که «جدول درستی» نامیده می‌شود، نشان داد. این اسم از آن جا ناشی می‌شود که شخص آزمایش‌کننده باید با مراجعه به آن بتواند مشخص کند که عملکرد حاصله درست (1) یا نادرست (0) است.

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول ۲ـ۲ *تابع AND*

یک تابع منطقی مهم دیگر، OR است که در آن، دو کلید به شکل موازی بهم وصل می‌گردند. در این حالت، برای مثال می‌توانیم از یک آژیر هشداردهنده یاد کنیم. به این‌ترتیب اگر یک یا هر دو کلید فعال شوند، آژیر به صدا در خواهد آمد.

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

جدول ۳ـ۲ *تابع OR*

سومین تابع پایه‌ای، NOT است. برای مثال، یک کلید اضطراری قرمز رنگ و بزرگ خاموش‌کننده‌ی یک دستگاه را که در یک قسمت کاملاً مشهود آن قرار گرفته است، در نظر بگیرید. در ساده‌ترین حالت، وقتی کلید فعال شود، مدار را از کار خواهد انداخت. به عبارت دیگر، وقتی کلید را فشار دهیم، دستگاه خاموش می‌شود.

ورودی	خروجی
0	1
1	0

جدول ۴ـ۲ *تابع NOT*

با استفاده از این سه تابع ساده و اصلی یعنی AND، OR و NOT، قادر به ابداع توابع بسیار گوناگونی خواهیم بود. در این صورت، کلیدها کفایت نکرده و شاید مجبور شویم از کلیدهای فعال‌شونده‌ی برقی یعنی رله‌ها سود بجوئیم. رله‌ها، کلیدهای الکترومغناطیسی هستند که کنتاکت‌های متعددی داشته و با قطع و وصل‌های همزمان خود، حالت‌های احتمالی گوناگونی را در اختیارمان میگذارند. درساخت کامپیوترهای قدیمی و اولیه از رله‌ها استفاده می‌کردند. به‌تدریج،

رله‌ها جای خود را به لامپ‌ها و بعداً به ترانزیستورها دادند. دستگاه‌ها وقطعات دیجیتالی اولیه، بسیار بزرگ و پیچیده بودند. وقتی بسیاری از قطعات مختلف را در یک مدار مجتمع جاسازی کردند، فضای الکترونیک دیجیتال بتدریج ساده‌تر و ارزان‌تر شد.

۲-۳ خانواده‌ی آی‌سی‌ها

TTLهای سری ۷۴۰۰ (منطق ترانزیستور - ترانزیستور با ترانزیستورهای دوقطبی) جزو اولین آی‌سی‌های دیجیتالی بودند. از این آی‌سی‌ها بیشتر در سیستم‌های نمایشی مدارس و کارآموزی افراد استفاده می‌شد. مهمترین نقیصه‌ی این آی‌سی‌ها، نیاز آنها به یک منبع تغذیه ۵ ولت رگوله شده پایدار است.

بعدها، آی‌سی‌های CMOS خانواده‌ی ۴۰۰۰ از راه رسیدند. اسم CMOS از، ترانزیستورهای «نیمه‌رسانای فلز - اکسید مکمل» یاترانزیستورهای «اثر میدانی n کانال» یا «p کانال» اخذ گردیده است. FETهای تکمیلی معمولاً از نوع «پوش - پول» بوده و فقط یکی از آنها هدایت کرده وخروجی را از طریق GND یا V_{CC} عرضه می‌دارند. سرعت سویچینگ یا کلیدزنی این آی‌سی‌ها کندتر بوده وحداکثر تا چند مگاهرتز می‌باشد. ولی در عوض تغذیه‌ی آن‌ها بین ۳ تا ۱۵ ولت است. البته CMOSهای جدید که خانواده HCMOS نامیده می‌شوند، سریع‌تر بوده و در صورت نیاز می‌توان از آن‌ها استفاده نمود.

در این کتاب ما از خانواده‌ی ۴۰۰۰ CMOS سود جسته‌ایم چون آی‌سی‌های آن با ولتاژکاری و نحوه‌ی چیدمان مداری ما مطابقت دارند. به این ترتیب استفاده از یک بِردبُرد ساده و بدون لحیم‌کاری مقدور بوده و بهره‌گیری از یک باتری کتابی ۹ ولت نیازمان را مرتفع خواهد ساخت. طول سیم‌های به‌کار رفته خیلی مهم نیست.چون آی‌سی‌های دیجیتالی خیلی پرسرعت نیاز به صفحه مدارهائی با خطوط زمین بسیار صاف و مسطح داشته و سیم‌های ارتباطی آن‌ها باید تا حد امکان کوتاه باشند تا وظایف خود را به درستی انجام دهند، استفاده از آنها فرد مبتدی را دلسرد و مأیوس می‌کند. به هر صورت آی‌سی‌های CMOS استاندارد بسیار خوب طراحی و ساخته شده‌اند و به هیچ عملیات اضافی و خاصی نیاز ندارند و برای مقاصد و کاربردهای کارآموزی و ابتدائی بسیار مناسب هستند.

آی‌سی‌های CMOS، کاربردهای عملی متنوعی دارند. وقتی یک کاربرد دیجیتالی ساده با پیاده‌سازی ارزان قیمت مدنظرتان است، بهره‌گیری از آی‌سی‌های این خانواده، انتخاب اول می‌باشد. آزاد بودن ولتاژ کار وجریان مصرفی بسیار ناچیز، جزو عواملی هستند که طراح مدار را به سمت این آی‌سی‌ها می‌کشند. مصرف مدار آنقدر کم است که گاهی اوقات به طور کلی می‌توان کلید قطع و وصل را حذف و مدار را طوری طراحی کرد که ولتاژ باتری به طور پیوسته به آی‌سی برسد.

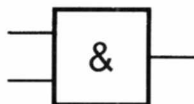
فصل سوم
عملکرد گیت‌ها

یک گیت یک مدار منطقی ساده است زیرا آن را می‌توان به صورت دریچه یا دروازه‌ای در نظر گرفت که یا باز است یا بسته. یعنی یک گیت، مداری است که یا به جریان اجازه‌ی عبور داده یا مسیر آن را مسدود می‌نماید، یا ولتاژی را به سمت خروجی هدایت یا آن را قطع می‌کند. هر دوی این حالت‌ها به وضعیت ورودی‌ها وابسته است. گیت‌های ساده و اصلی عبارتند از:

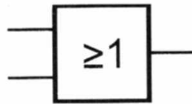
AND : نشانه‌ی این گیت که دو ورودی در سمت چپ و یک خروجی در سمت راست خود دارد، در شکل ۱ـ۳ نمایش داده شده است. عملکرد گیت با نشانه‌ی & مشخص می‌گردد.

OR : نشانه‌ی این گیت با علامت ریاضی بزرگتر یا مساوی ۱ مشخص می‌گردد.

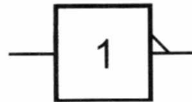
NOT (معکوس‌کننده یا وارونساز): در داخل نشانه‌ی این گیت، یک عدد ۱ به کار رفته و در محل خروجی آن از یک خط مورب کوچک استفاده شده است.



شکل ۱ـ۳ گیت AND



شکل ۲ـ۳ گیت OR



شکل ۳ـ۳ وارونساز

یک گیت AND، به پنج اتصال یا ارتباط نیاز دارد: دو ورودی، یک خروجی و دو اتصال برای ارتباط به ولتاژ تغذیه. در عمل، آی‌سی‌های استاندارد معمولاً بجای استفاده از یک گیت، از چند تا از آنها سود می‌جویند. برای چهار گیت AND، مثل یک آی‌سی ۴۰۸۱، به چهارده پایه یا اتصال نیاز داریم. درست مثل آی‌سی یاد شده، ۴۰۷۱ که چهار گیت OR دارد هم، از چهارده پایه تشکیل می‌گردد.

در صورت نیاز به عملکرد NOT، می‌توانیم از آی‌سی ۴۰۶۹ که ۶ وارونساز در خود دارد کمک بگیریم. از آنجائی که بـه ازای هر گیت، فقط به یک ورودی و یک خروجـی نیاز داریم، برای ۶ گیت NOT، کل ۱۴ پایه‌ی آی‌سی استفاده خواهد شد (دو پایه‌ی اضافی صرف تأمین زمین و ولتاژ تغذیه می‌گردند). با استفاده از این سه آی‌سی، تقریباً می‌توان هر مدار دیجیتالی را ایجاد نمود.

در مدارات عملی بندرت می‌توان گیت‌های AND و OR را یافت. در عوض اغلب با گیت‌های NAND که ترکیبی از AND و وارونساز هستند مواجه می‌شویم. به‌طوری که در شکل ۴ـ۳ هم ملاحظه می‌کنید، در خروجی نشانه‌ی این گیت، از یک خط مورب کوتاه استفاده شده است. گیت‌های NAND بسیار عمومی و پرکاربرد هستند. در صورت لزوم، از یک گیت NAND می‌توان در نقش یک وارونساز ساده سود جست وحتی با سه گیت NAND، می‌توان یک گیت OR ابداع کرد. گاهی اوقات، حتی اگر از کلیه‌ی گیت‌های یک آی‌سی استفاده نکنیم، بجای بهره‌گیری از دو آی‌سی با عملکردهای مختلف، می‌توانیم از یک گیت NAND چهارتائی سود بجوئیم. نکته مهم، صرفه‌جوئی در تعداد آی‌سی‌های به کار رفته در مدار است.

دستیابی به آی‌سی‌های عمومی‌تر سهل‌تر بوده و قیمت آنها ارزان‌تر است.

در این‌جا، از یک نمونه‌ی خاص گیت NAND یعنی ۴۰۹۳ که شامل ورودی‌های اشمیت تریگر است، استفاده کرده‌ایم. یک اشمیت تریگر، در ورودی‌های خود، قادر به آشکارسازی ولتاژ آنالوگ صعودی یا نزولی می‌باشد. وقتی ولتاژ کار ۹ ولت است، قبل از اینکه حالت 1 فراهم شود،

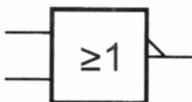
لازم اســت که ولتاژ ورودی به حدود ۶ ولت برســد. و به همین ترتیب، ولتاژ یاد شده باید به حد ۳ ولت یا کمتر از آن نزول کند تا وضعیت «0» مهیا شود. بین این دو نقطه‌ی کلیدزنی یا سویچینگ، گستره‌ای بنام «پسماند» وجود دارد که در آن ناحیه، حالت فعلی تغییری نمی‌یابد. این خصوصیت با یک نشانه‌ی اضافی که شامل دو خط مورب با کمی فاصله از هم می‌باشد، مشخص‌کننده‌ی حالت پسماند بین آنها است. بهرحال شرایط ورودی همیشه یکسان است. این مسئله برای لرزش‌گیری کلید و مدارات نوسان‌ساز حائز اهمیت فراوانی است و در ادامه توضیح داده می‌شود.

علاوه بر گیت NAND، از گیت NOR هم خیلی اســتفاده می‌گردد. گیت NOR از یک گیت OR و یک وارونساز ساخته می‌شود.

آزمایش‌های اولیه‌ی ما به عملکرد گیت‌های ساده پرداخته و نشان می‌دهند که با ترکیب چند گیت، چگونه می‌توان به توابع گسترده‌تری دست یافت.



شکل ۴-۳ یک گیت NAND با ورودی‌های اشمیت تریگر



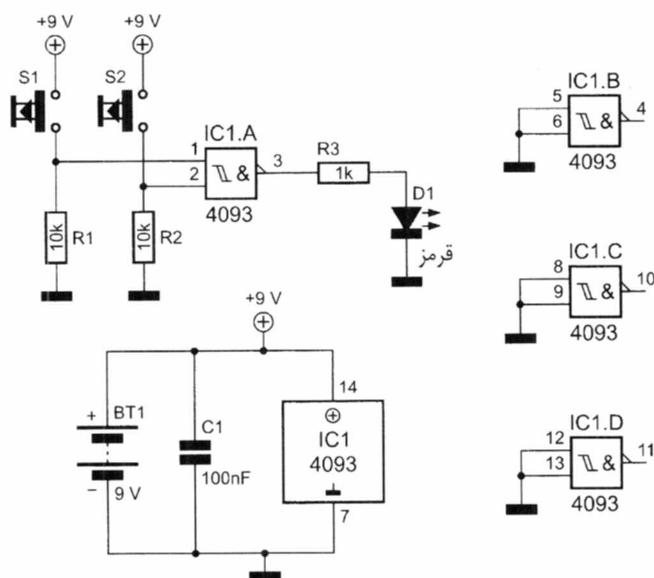
شکل ۵-۳ یک گیت NOR

۱-۳ گیت NAND

اولین آزمایش، عملکرد گیت NAND را نشان می‌دهد. در این آزمایش، فقط از یکی از چهار گیت NAND آی‌ســی ۴۰۹۳ اســتفاده می‌شود. اگرچه سه گیت بلااســتفاده دیگر را نباید به حال خود رها کنیم زیرا ورودی‌های CMOS ممکن است حالت‌های اتفاقی اختیار کرده و در بسیاری از موارد منجر به نوسان‌سازی مدار و مصرف جریانات بالاتر گردد. طبق یک اصل کلی، ورودی‌های بلااستفاده‌ی آی‌ســی‌هایCMOS باید بجائی وصل شوند. در اجرای این اصل، آن‌ها را به زمین مدار ارتباط داده ولی خروجی‌ها را به جایی اتصال نمی‌دهیم.

ورودی‌هــای مورد اســتفاده نیز باید از تراز ورودی مشــخصی برخوردار باشــند. برای اینکار از مقاومت‌های ۱۰ کیلو اهم معروف به «پائین کشــنده» ســود می‌جوئیم. وقتی مدار باز اســت، ولتاژ

ورودی صفر ولت (0 منطقی) خواهد بود. اکنون کلیدی را وصل کنید. ولتاژ ورودی به ۹ ولت و به تبع آن، ورودی به 1 منطقی تغییر پیدا خواهد کرد.



شکل ۶ـ۳ *آزمایش گیت NAND*

در حالت خاموشی، خروجی گیت، صفر یا ۹ ولت خواهد بود. هرچند، بخاطر ۱/۸ ولت ولتاژ موافق LED به کار رفته در مدار، به یک مقاومت نیاز خواهم داشت. بخاطر مقاومت داخلی محدود خروجی CMOS، وقتی آی‌سی، زیر بار واقع می‌شود، ولتاژ خروجی قدری افت پیدا می‌کند. اگر مقاومت یاد شده، یک کیلو اهمی باشد، افت ولتاژ حدوداً ۷ ولت خواهد بود. LED هم جریانی معادل ۷ میلی‌آمپر می‌کشد. از آن‌جائی که یک LED استاندارد تا جریان ۲۰ میلی‌آمپر هم به کار خود ادامه می‌دهد، جریان به حداکثر میزان خود نرسیده ولی LED هنوز نسبتاً نورانی باقی می‌ماند.

در این آزمایش، LED، نمایشگری است که وضعیت خروجی مدار را مشخص می‌سازد. وقتی LED روشن است، معرف «1» منطقی و زمانی که خاموش می‌شود، نشان‌دهنده‌ی «0» منطقی می‌باشد.

در تمام مدارات این کتاب برای نشان دادن ولتاژ تغذیه از همین شماتیک استفاده می‌شود. در لبه‌های بالائی و پائینی صفحه آزمایشی مدار، دو خط تغذیه برای ۹+ ولت (لبه‌ی بالائی) و زمین (یعنی GND، لبه پائینی) قرار داده شده است. در میانه راه صفحه آزمایشی، این خطوط منقطع

شده‌اند و باید به وسیله چهار تکه سیم کوتاه، قسمت‌های جدا شده را اصطلاحاً پُل زده و بهم متصل نمود. به‌علاوه، برای به حداقل رسـانیدن پدیده‌ی تداخل الکتریکی، باید یک خازن سـرامیکی را بین ۹+ ولت و زمین قرار داد. این سیم‌کشـی و طریقه‌ی اتصال سـرباتری، برای کلیه آزمایش‌ها یکسان بوده و نیاز به هیچ تغییری نخواهند داشت. در این صورت با اتصال دادن آی‌سی‌ها به خط تغذیه، ولتاژ موردنیاز هر آی‌سی تأمین خواهد شد.

سـر باتری دارای دو سر سـیم قرمز و مشکی است که قرمز حامل جریان مثبت و مشکی ناقل جریان منفی می‌باشد.

برای پیشگیری از آسیب رسیدن و پاره شدن سرسیم‌ها که ظریف و شکننده هم هستند، بهتر اسـت آن‌ها را فقط یکبار وارد سـوراخ‌های صفحه مدار کـرده واز درآوردن و جازدن‌های پی‌درپی خودداری کرد. بهمین خاطر دو تکه سـیم کوتاه را به شـکل U درسـت کرده و با قرار دادن آن‌ها روی سـیم سـر باتری، مجموعه را به صفحه مدار متصل کنید تا از کشـیدگی و قطعی سـیم‌های تغذیه‌کننده مدار ممانعت به‌عمل آید.

وقتـی مدارات جدیدی را درسـت می‌کنید، همیشـه باتری‌هـا را از «جا باتری» خارج کنید ولی به سر سیم‌های متصل شده به صفحه مدار دست نزنید.

چهـار ترکیب ورودی ممکن را آزمایش کرده و وضعیت خروجی را ملاحظه نمائید. رفتار گیت NAND در جدول درستی ۱ـ۳ نمایش داده شده است.

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

جدول ۱ـ۳ *عملکرد گیت NAND*

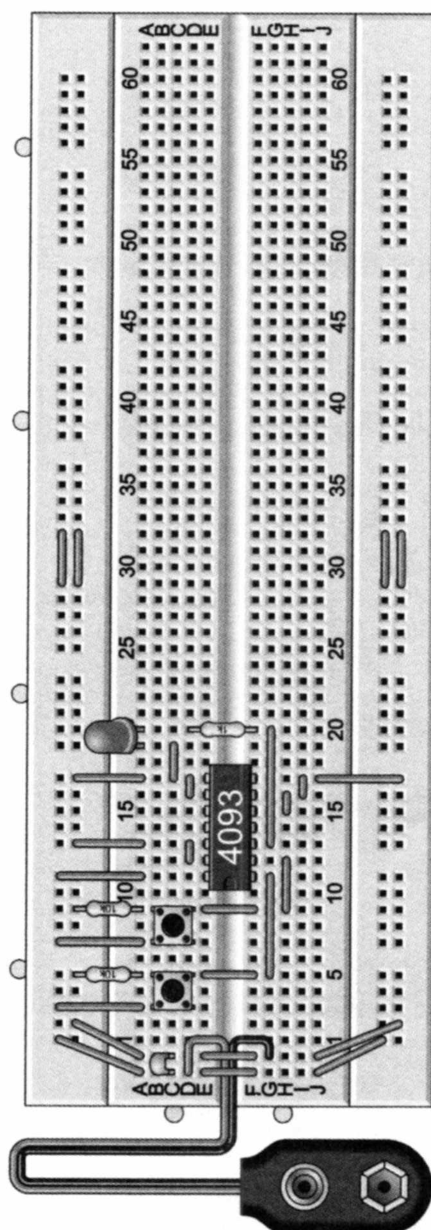
برای اعمال چهار ترکیب ورودی یاد شـده از شسـتی‌های مدار اسـتفاده کرده و وضعیت‌های خروجی را با حالت‌های داده شـده در جدول مقایسـه نمائید. نتیجه روشـن اسـت: فقط وقتی هر دو کلید فشـار داده شـوند، LED خاموش می‌شـود. با ترکیب گیت AND و NOT هم می‌توانیم یـک عملکـرد NAND را ایجاد کنیم. در مورد خروجی گیت AND، فقط وقتی هر دو ورودی «1» باشـند، خروجی آن «1» خواهد بود. وارونسازی که به دنبال گیت AND آمده، وضعیت خروجی را معکوس می‌سازد.

اگر نتیجه‌ی آزمایش با آنچه که انتظارش را داشتیم تفاوت دارد، الآن بهترین زمان عیب‌یابی

است. در این مرحله استفاده از یک ولت‌متر کفایت می‌کند ولی در مورد آزمایشات پیچیده‌تر، بهره‌گیری از یک اسیلوسکوپ خیلی بهتر است. اکنون باید ولتاژ کلیه‌ی پایه‌های آی‌سی نسبت به زمین (GND) را اندازه بگیرید. قبل از هر کار دیگر، ولتاژ پایه‌ی ۷ یا زمین را کنترل کرده و مطمئن شوید که صفر ولت بوده و همچنین ولتاژ پایه‌ی ۱۴ یعنی V_{CC} را بررسی کرده و از ۹+ ولت بودن آن اطمینان حاصل نمائید. سپس ورودی‌های مربوطه را امتحان کنید. وقتی کلیدهای مدار را قطع و وصل می‌کنید، ولتاژ باید تغییر نماید. اگر چنین نمی‌شود، ایراد از محل اتصالات مختلف است.

با ولت‌متر، همچنین می‌توانید خروجی را آزمایش نمائید. اگر خروجی ۹ ولت (1 منطقی) بوده ولی LED همچنان خاموش است، اشکال ممکن است از اتصال نادرست قطب‌های LED باشد. سیم کاتد معمولاً کوتاه بوده و در بدنه‌ی قسمت کاتد یک لبه‌ی تخت شده تعبیه گردیده که در نقشه هم به وضوح دیده می‌شود.

اگر ولت‌متر ندارید، برای عیب‌یابی می‌توانید از یک LED و یک مقاومت سری شده ۱ کیلو اهم با آن، سود بجوئید. برای اینکار، کاتد LED را به زمین (GND) وصل کنید. به طرف دیگر LED یک تکه سیم با طول مناسب وصل کرده و با ارتباط آن به نقاط موردنظر، وضعیت محل‌های یاد شده را مورد بررسی قرار دهید.



شکل ۷ـ۳ *چیدمان قطعات مربوط به آزمایش گیت NAND*

۲ـ۳ گیت NAND در نقش وارونساز

بسیاری از اوقات در یک مدار به یک وارونساز (گیت NOT) نیاز پیدا خواهید کرد ولی ممکن است در آن شرایط فقط یک گیت NAND بلااستفاده در آستین داشته باشید. مسئله‌ای نیست. یک گیت NAND قادر به انجام وظیفه‌ی یک وارونساز هم هست. برای اینکار کافی است فقط یکی از ورودی‌های آن را به طور دائم به V_{CC} متصل سازید. در این حالت، ورودی دیگر، ورودی گیت NOT خواهد بود.

شکل ۸ـ۳ گیت NAND در نقش وارونساز

برای آزمایش، فقط یک کلید را وصل کنید.

بررسی جدول درستی، چگونگی بهره‌گیری از یک گیت NAND در نقش یک وارونساز را نشان می‌دهد. از آن‌جائی که ورودی ۲ همیشه دارای تراز ثابت «1» منطقی می‌باشد، بسته به

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	1	1
1	1	0

***جدول ۲-۳** گیت NAND در نقش وارونساز*

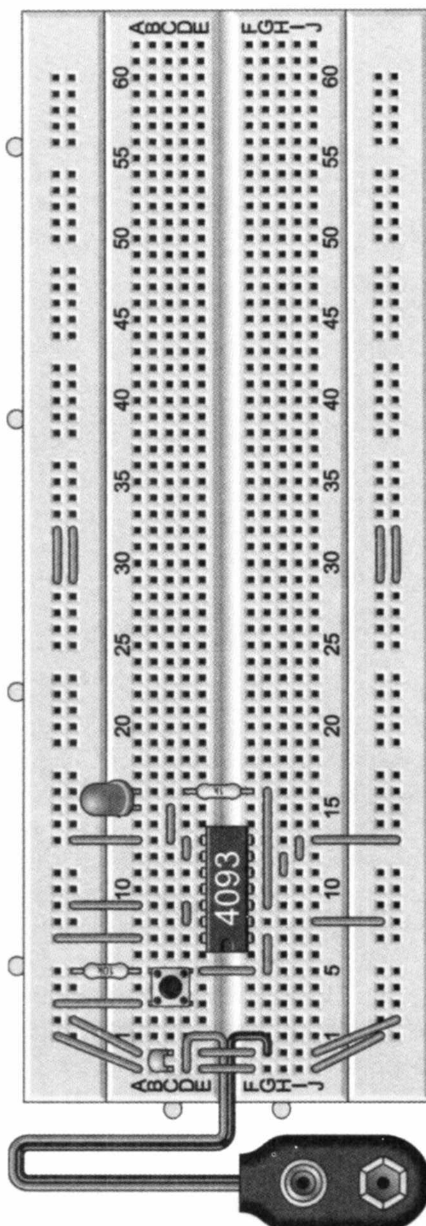
وضعیـت ورودی ۱، فقط دو حالت مختلف امکان‌پذیـر خواهد بود. خروجی، معکوس ورودی اسـت. جدول درسـتی NAND اصلی، براسـاس چهار مقدار ممکن از یک عدد باینری ورودی ۲ بیتی، چهار ردیف داشته و وضعیت اولیه‌ی ورودی ۲ به صورت «1 و 0 و 1 و 0» می‌باشد. در حالی که اکنون به طور پیوسته در وضعیت 1 نگهداشته شده است. لذا، فقط دو وضعیت ورودی مختلف امکان‌پذیر می‌باشد که با حالت‌های یک وارونساز هماهنگی دارند.

راه‌های دیگری هم برای بهره‌گیری از یک گیت NAND در نقش وارونساز وجود دارند. برای اینـکار می‌توانیـد با متصل کردن دو ورودی به هم، آنها را با هـم ترکیب نمائید. انجام این عمل، روش معمول و مرسومی است و خیلی به کار می‌رود. چون از نظر کاربر و روی صفحه مدار، اتصال دادن دو پایه‌ی مجاور یک آی‌سی، بسیار ساده می‌باشد.

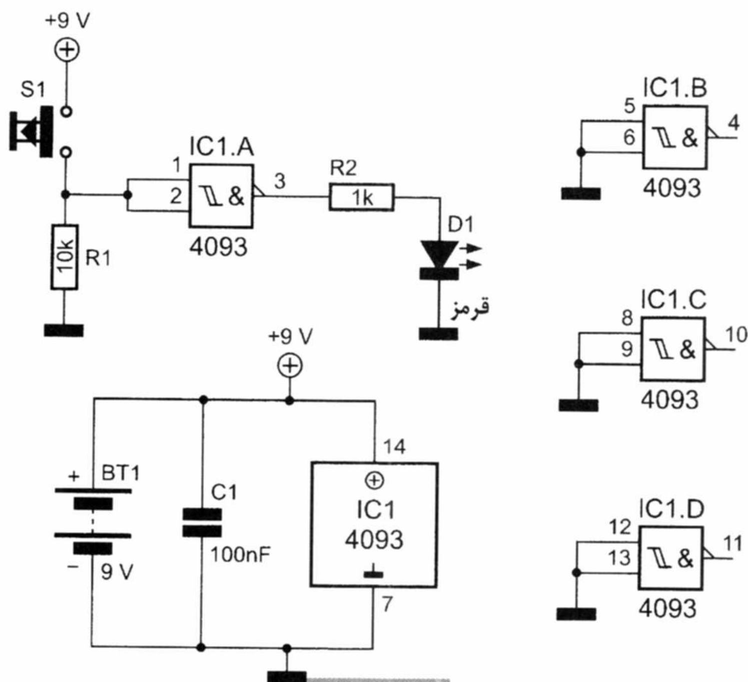
مراجعه به جدول درسـتی نشـان می‌دهد که وضعیت ورودی‌ها قـدری تغییر یافته ولی نتیجه کلی همان اسـت، عملکرد هنوز یک وارونسـاز اسـت. به وضوح دیده می‌شـود که از چهار ردیف جدول درستی گیت NAND، از بیش از دو وضعیت مختلف ممکن، چیزی باقی نمانده است.

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
1	1	0

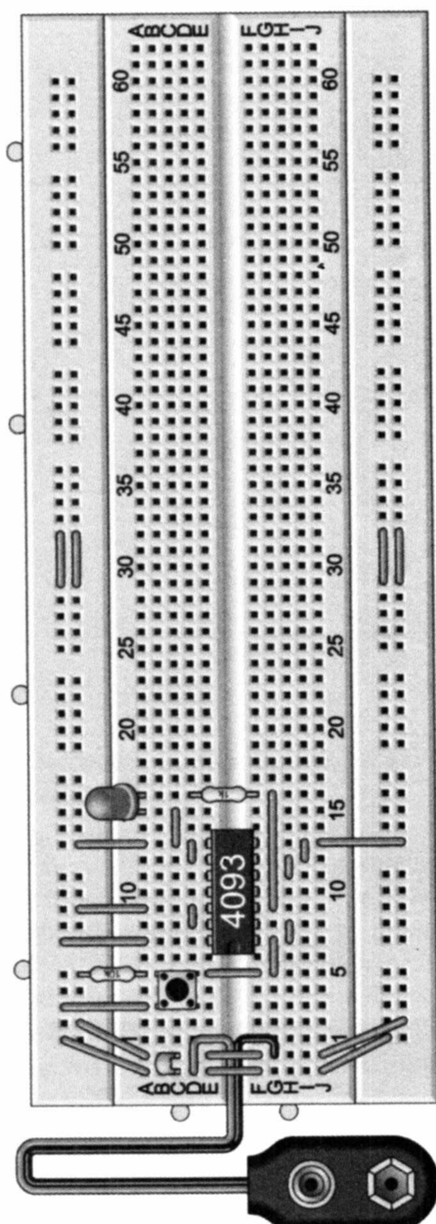
***جدول ۳-۳** گیت NAND که با اتصال ورودی‌های آن به هم، در نقش وارونساز ظاهر شده است.*



شکل ۹ـ۳ چیدمان قطعات مربوط به آزمایش وارونساز



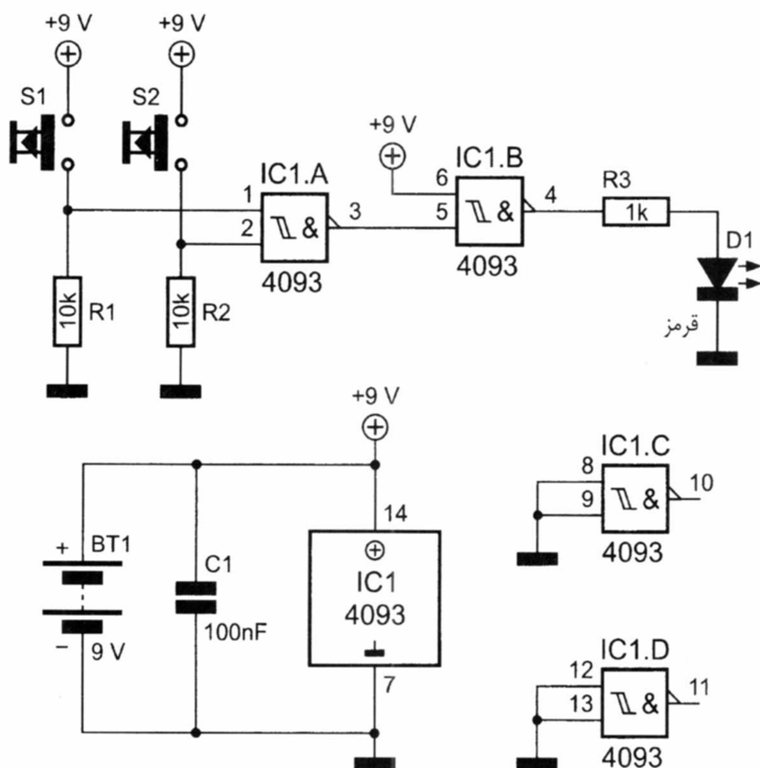
شکل ۱۰-۳ *گیت‌های NAND که ورودی‌های مجاورشان بهم وصل شده است.*



شکل ۱۱-۳ چیدمان قطعات مربوط به آزمایش وارونساز (روش دوم)

۳ـ۳ گیت AND

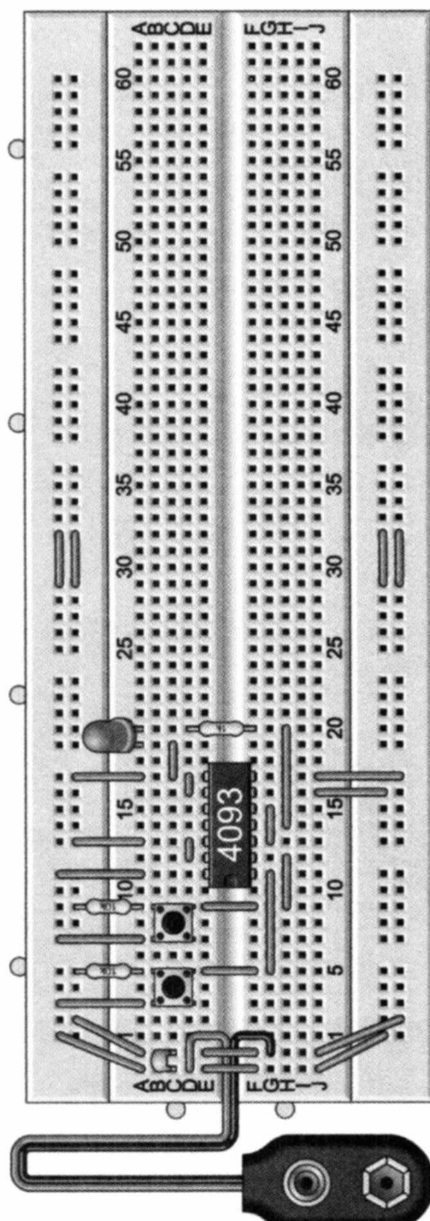
از نظر منطقی، گیت NAND، از یک گیت AND و یک وارونساز ساخته شده است. لذا با اضافه کردن یک وارونساز اضافی می‌توان مجدداً نتیجه را معکوس کرده و به وضعیت AND بازگشت. به طوری که در قسمت قبلی ملاحظه کردید، وارونساز به صورت یک گیت NAND دیگر عمل خواهد کرد. بنابراین، به کمک دو گیت NAND می‌توان یک گیت AND ایجاد نمود.



شکل ۱۲ـ۳ یک گیت AND

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول ۴ـ۳ جدول درستی تابع AND



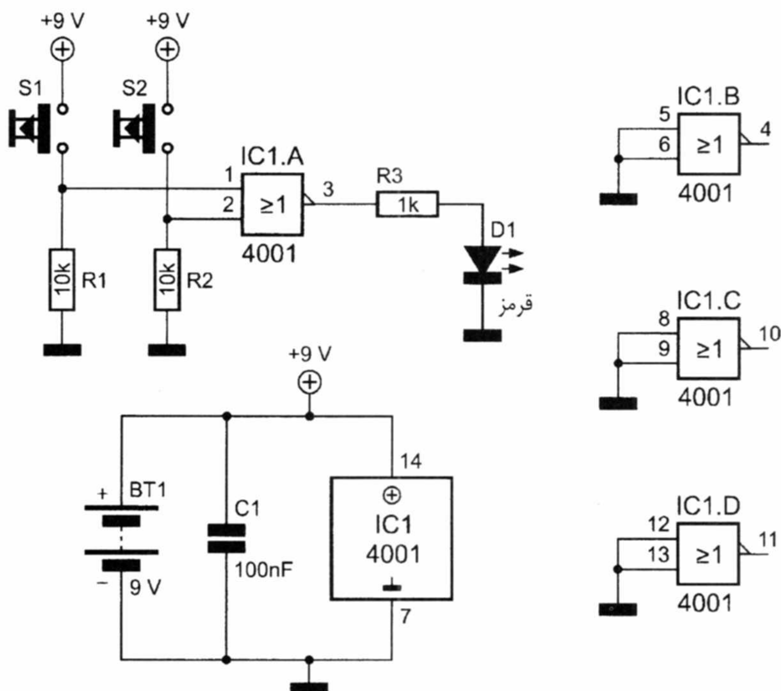
شکل ۱۳-۳* چیدمان قطعات مربوط به آزمایش گیت *AND

۳ـ۴ گیت NOR

اکنون می‌خواهیم یک آی‌سی دیگر یعنی ۴۰۰۱ که چهار گیت NOR یا به عبارتی، گیت‌های OR با وارونساز در خروجی‌هایش دارد را به شما معرفی نمائیم.

این آزمایش رفتار و خصوصیات یک گیت NOR واحد را به شما نشان خواهد داد.

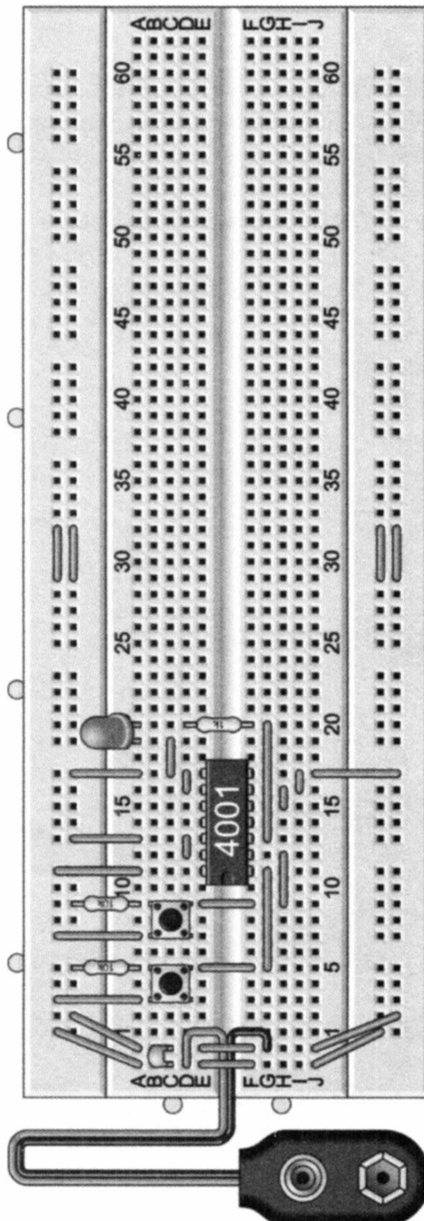
نتیجه: LED فقط زمانی که هیچکدام از کلیدها فشار داده نشده باشند، روشن می‌شود.



شکل ۳ـ۱۴ *آزمایش مربوط به گیت NOR*

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

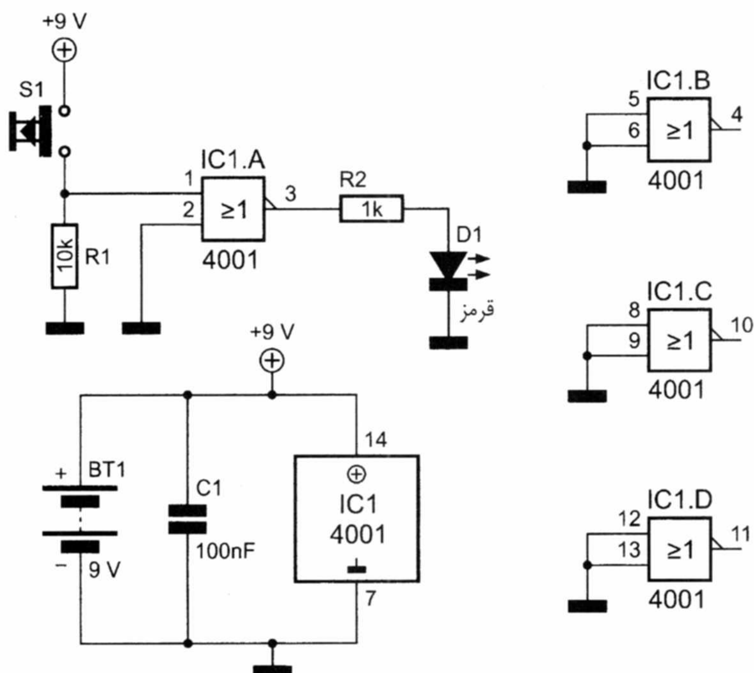
جدول ۳ـ۵ *جدول درستی تابع NOR*



شکل ۳-۱۵ *چیدمان قطعات مربوط به آزمایش گیت NOR*

۳-۵ گیت NOR در نقش وارونساز

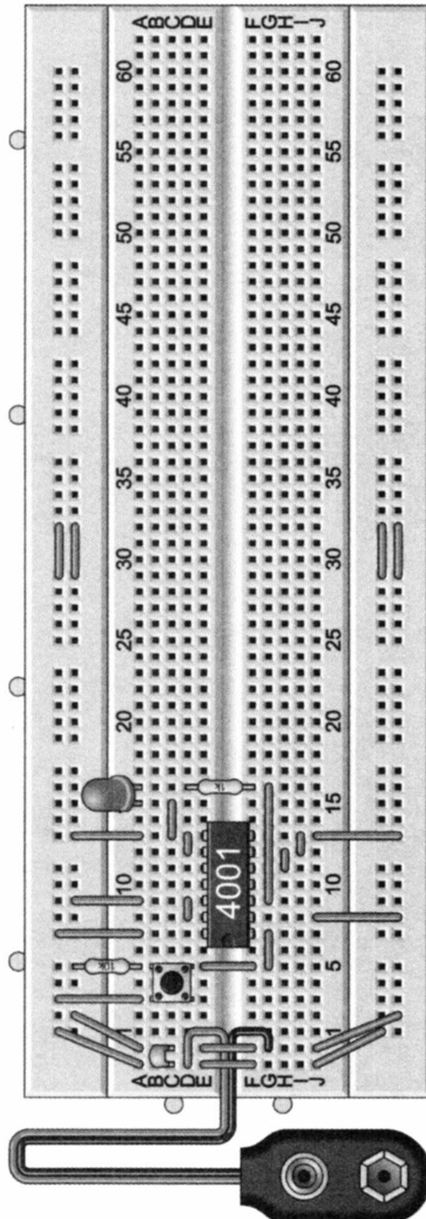
درست به‌همان شکلی که از یک گیت NAND استفاده کرده و یک وارونساز را تدارک دیدیم، از گیت NOR هم برای آن مقصود می‌توانیم بهره بگیریم. باز دو راه پیش پای ما وجود دارد. روش اول اتصال دادن یکی از دو پایه به یک تراز ثابت است ولی عنایت داشته باشید که این دفعه تراز مزبور، (0) می‌باشد.



شکل ۳-۱۶ *ساختن وارونساز از یک گیت NOR*

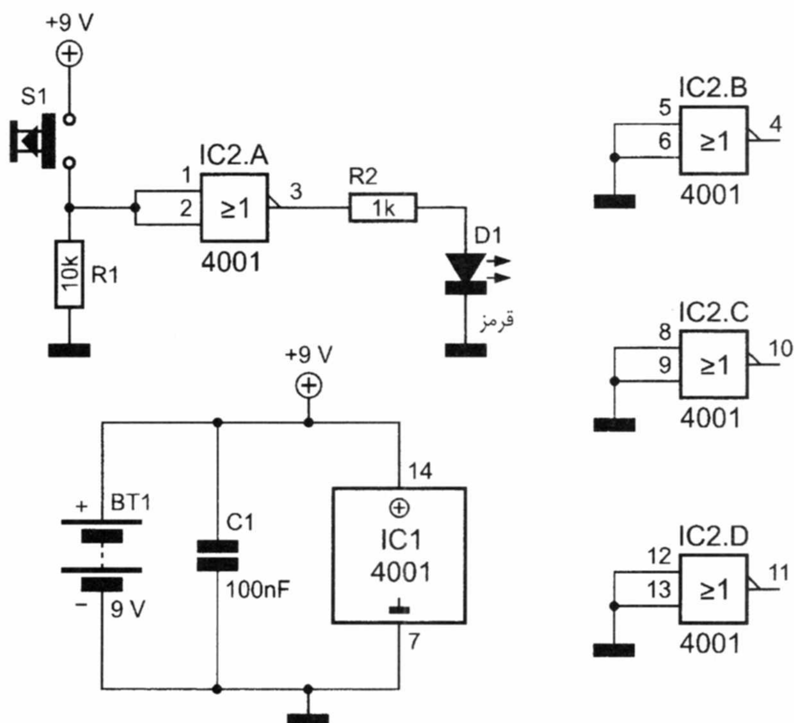
ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
1	0	0

جدول ۳-۶ *جدول درستی گیت NOR در نقش وارونساز*



شکل ۱۷ـ۳ *چیدمان قطعات مربوط به آزمایش وارونساز*

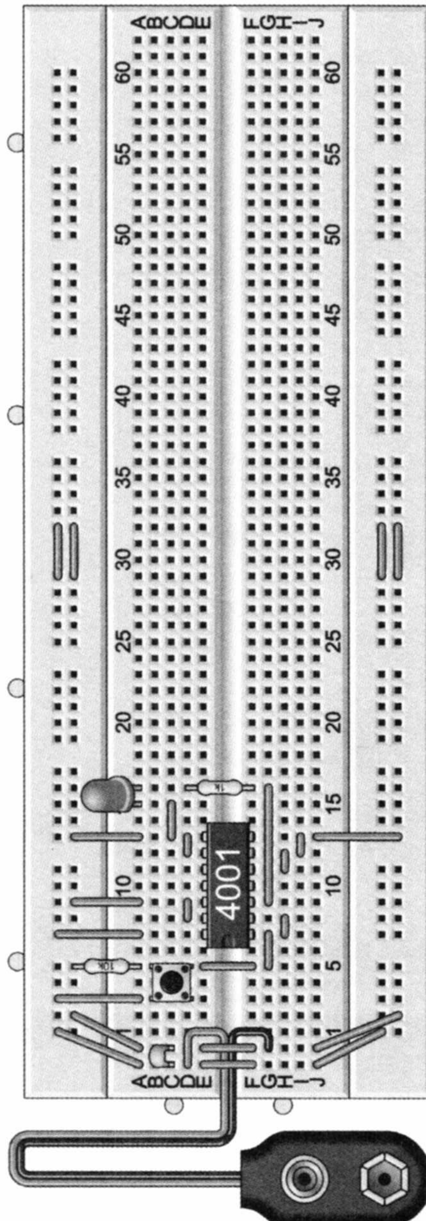
شکل دوم مداری که از گیت NOR سود می‌جوید دقیقاً مثل مداری است که از گیت NAND استفاده می‌کند. برای تکمیل شدن وارونساز، دو ورودی گیت NOR را بهم وصل کنید.



شکل ۱۸ـ۳ *ساختن یک وارونساز با اتصال دادن ورودی‌های یک گیت NOR به هم.*

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
1	1	0

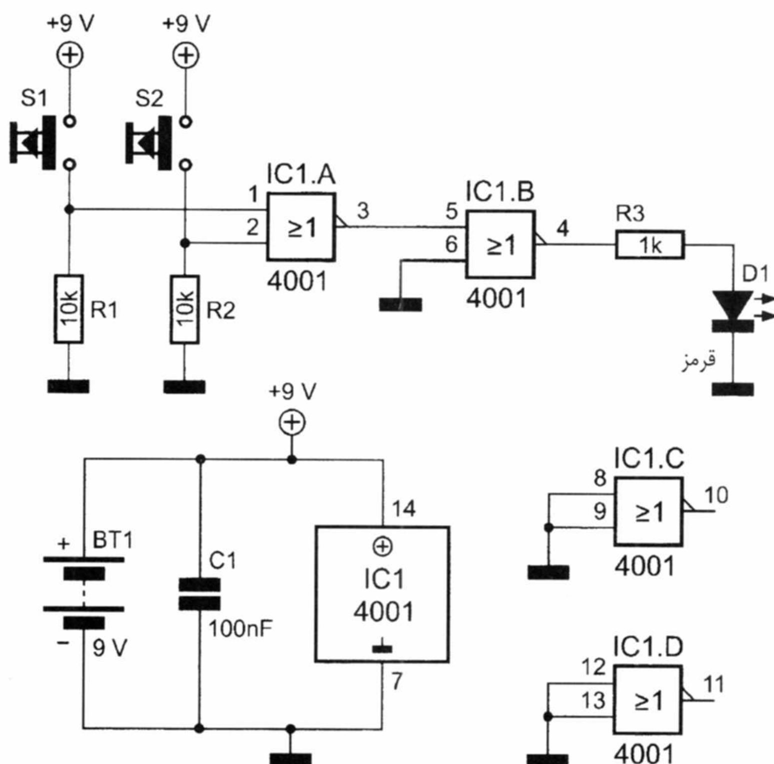
جدول ۷ـ۳ *تبدیل گیت NOR به وارونساز با اتصال دادن ورودی‌ها به هم.*



شکل ۱۹-۳ چیدمان قطعات برای ساختن وارونساز با اتصال ورودی‌های *NOR* به هم.

۶ـ۳ گیت OR

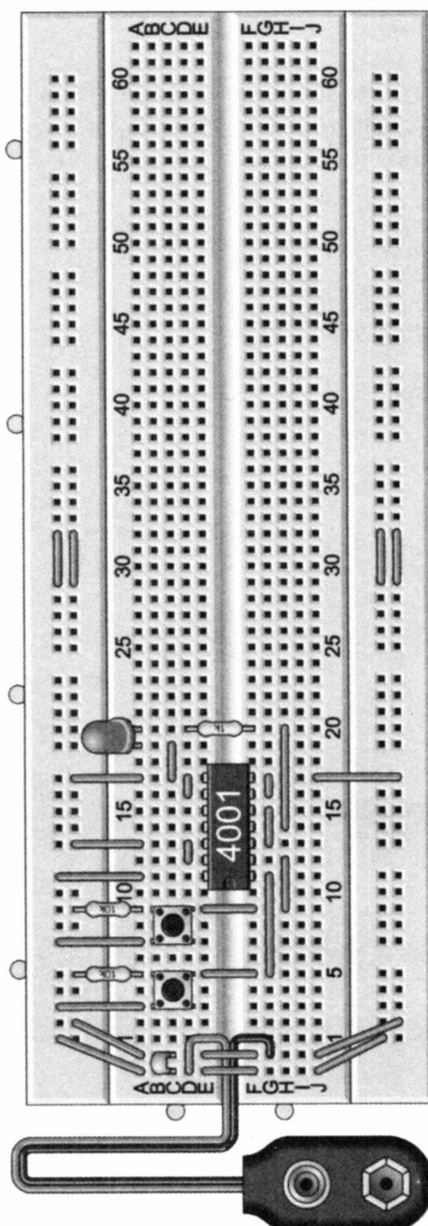
از نظر منطقی، یک گیت NOR شـامل توابع سـاده OR و NOT می‌باشد. در این‌جا نیز یکبار دیگر لازم اسـت که بـرای خلق یک گیت OR، وارونسـاز داخلی را حذف نمائیـم. برای این‌کار، وارونساز را بعد از گیت NOR قرار دهید.



شکل ۲۰ـ۳ یک گیت OR

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

جدول ۸ـ۳ جدول درستی تابع OR



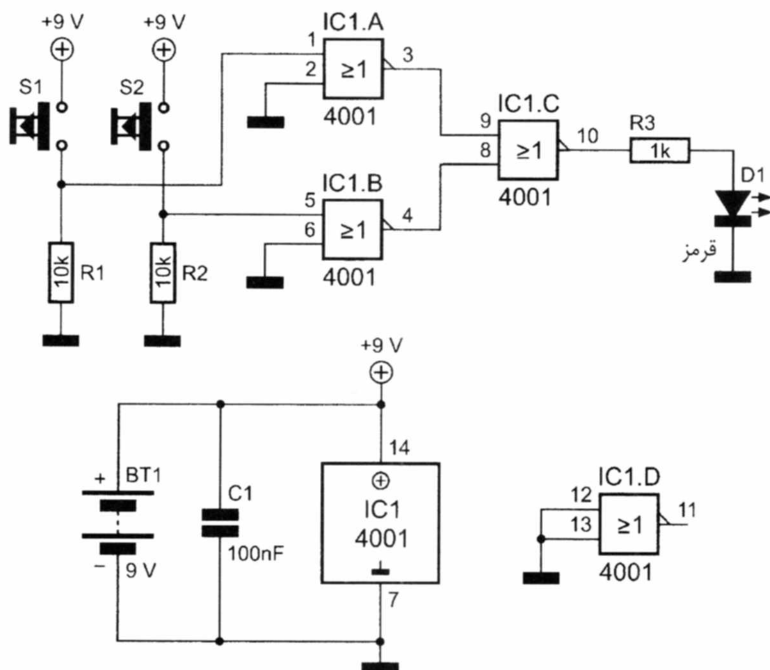
شکل ۲۱ـ۳ *چیدمان قطعات برای ساخت یک گیت OR*

۳ـ۷ تبدیل گیت NOR به AND

حالا می‌خواهیم آزمایش‌ها را وارد مرحله جدیدی کنیم، ساختن یک گیت AND با چند گیت NOR. راه‌حل خیلی دشـوار نیسـت. ابتدا وضعیت هر دو ورودی را معکوس کرده و سپس آن‌ها را به ورودی گیت NOR متصل می‌سازیم.

با مقایسـه جدول درسـتی یک گیت AND با یک گیت OR، مشـخص می‌شود که چرا کار را بـا یک تابع ANDبه پایان می‌بریم. وقتـی ورودی‌های گیت NOR را معکوس می‌کنید، خروجی به صورت یک تابع AND می‌باشـد. توجه داشـته باشـید که وقتی وضعیت ورودی‌ها را معکوس می‌کنیم، ترتیب آن‌ها عوض می‌گردد.

همچنیـن بـه ردیف بالائی جدول درسـتی NOR(ورودی‌هـای 0 و 0) و ردیف پائینی جدول درستی AND (ورودی‌های 1 و 1) دقت کافی مبذول کنید.



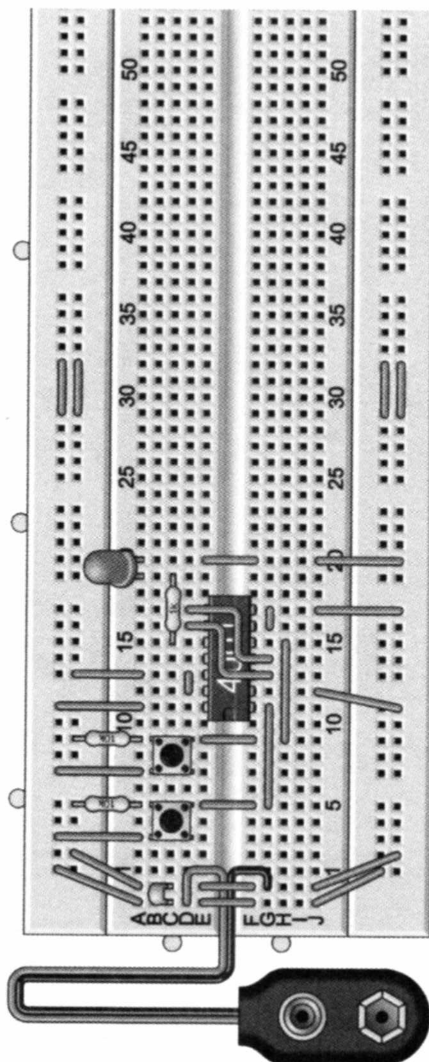
شکل ۳ـ۲۲ *ساختن گیت AND از گیت‌های NOR*

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

جدول ۹-۳ *جدول درستی تابع NOR*

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

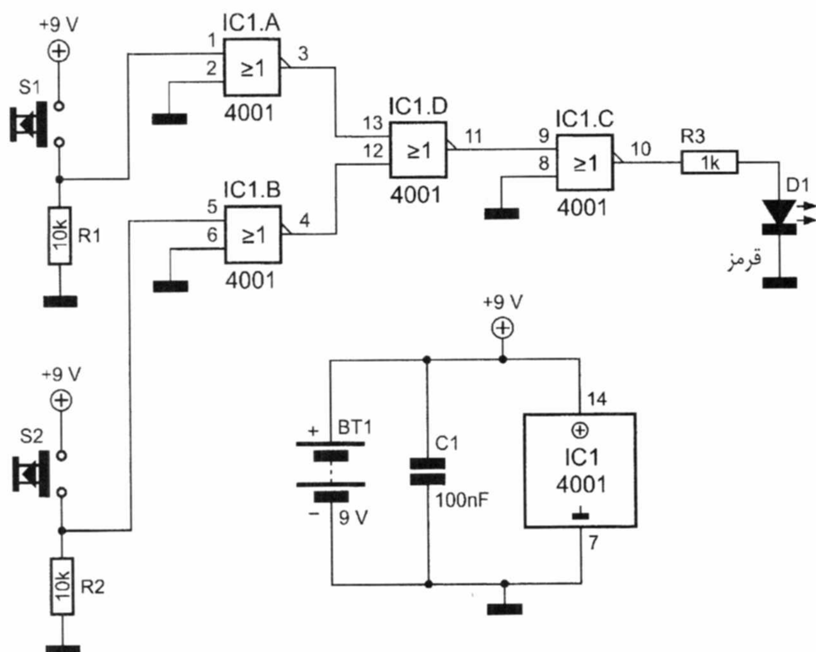
جدول ۱۰-۳ *جدول درستی تابع AND*



شکل ۲۳-۳ *چیدمان قطعات برای ساختن یک گیت AND*

۸-۳ تبدیل گیت NOR به NAND

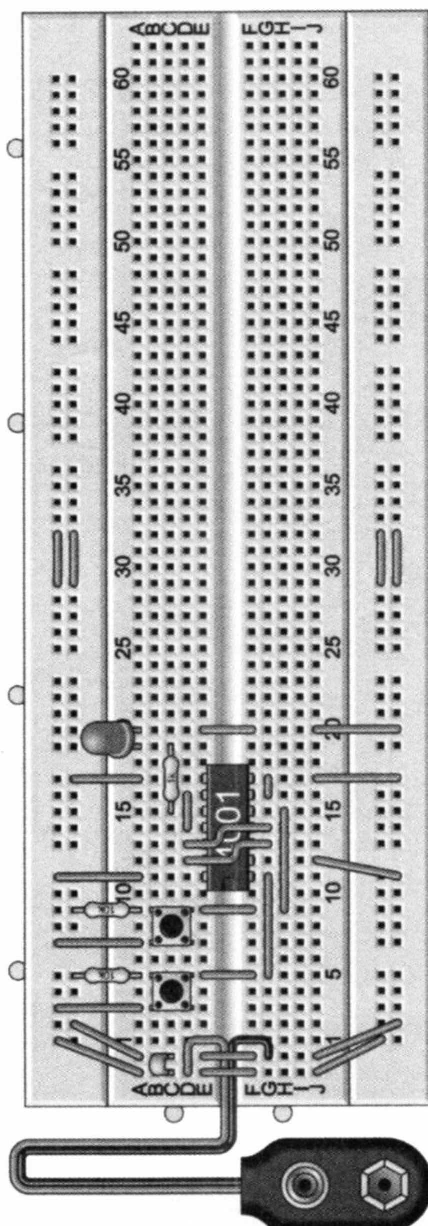
با استفاده از سه گیت NOR و بحال خود رها کردن یکی دیگر از آن‌ها، می‌توانیم یک تابع AND بسازیم. از این مجموعه در نقش یک وارونساز سود جسته و آن را در خروجی گیت AND دست‌ساز خودتان قرار دهید. نتیجه یک گیت NAND خواهد بود.



شکل ۳-۲۴ یک گیت *NAND*

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

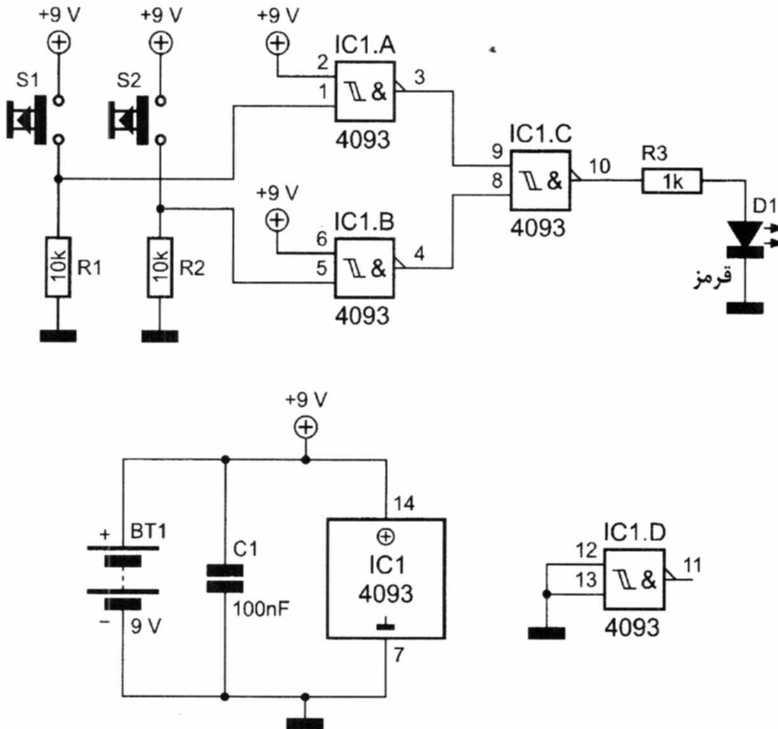
جدول ۳-۱۱ جدول درستی تابع *NAND*



شکل ۲۵ـ۳ چیدمان قطعات برای ساختن یک گیت *NAND*

۹ـ۳ تبدیل گیت NAND به OR

و حــالا درســت برعکس عمل می‌کنیــم. اگر می‌توانیم از گیت‌هــای NOR، یک گیت AND بســازیم، مطمئناً قــادر خواهیم بود از گیت‌هــای NAND، گیت OR ابداع کنیــم. در این‌جا هم، ورودی‌ها معکوس شده‌اند.



شکل ۲۶ـ۳ گیت OR

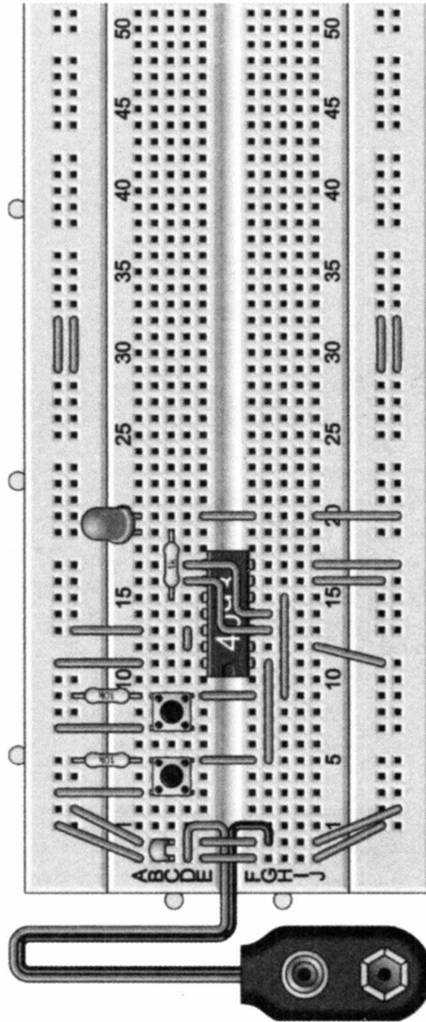
ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

جدول ۱۲ـ۳ جدول درستی تابع NAND

ورودی ۱	ورودی۲	خروجی
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

جدول ۳-۱۳ *جدول درستی تابع OR*

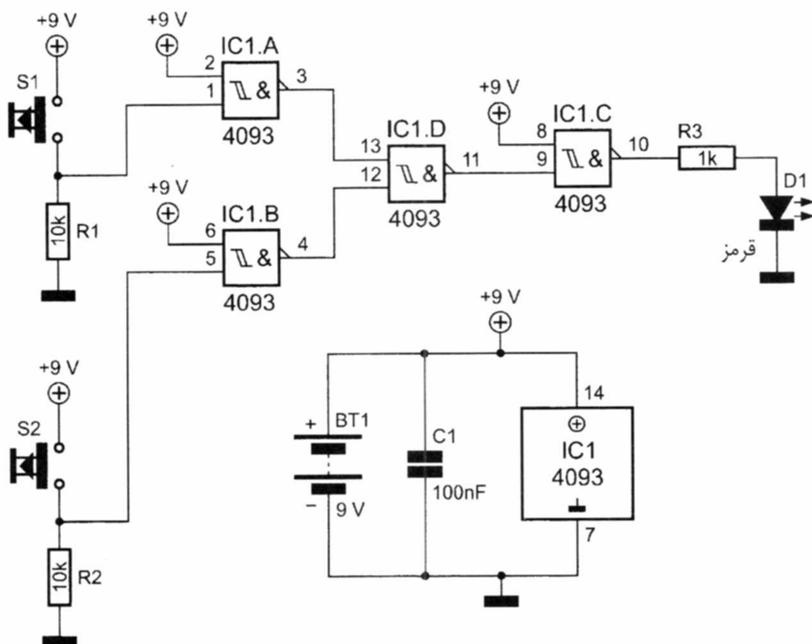
مقایسه‌ی دو تابع نشان می‌دهد که در این‌جا چه اتفاقی می‌افتد. با داشتن یک گیت NAND، وقتی هر دو ورودی 1 باشند، خروجی 0 خواهد بود. در حالی که خروجی‌های گیت OR، فقط وقتی هر دو ورودی آن 0 باشند، 0 می‌گردد. وقتی هر دو ورودی معکوس گردند، یک گیت NAND را می‌توان به گیت OR مبدل ساخت.



شکل ۲۷ـ۳ چیدمان قطعات برای ساختن یک گیت OR

۱۰ـ۳ تبدیل گیت NAND به NOR

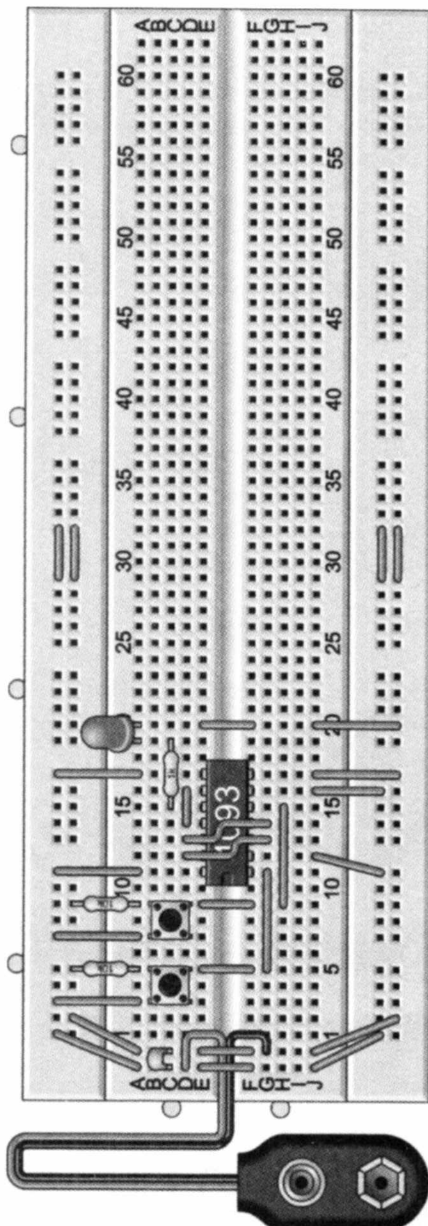
اگـر نتیجـه‌ی مدار قبلی را یکبار دیگر معکوس کنید، گیت OR دست‌سـاز شـما به یک گیت NOR تبدیـل می‌گردد. این مدار را با مدار قسـمت ۸ـ۳ مقایسـه نمائید. مطمئناً شـباهت موجود تعجب شما را برنخواهد انگیخت!



شکل ۲۸-۳ ساختن گیت NOR از گیت‌های NAND

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

جدول ۱۴-۳ جدول درستی تابع NOR

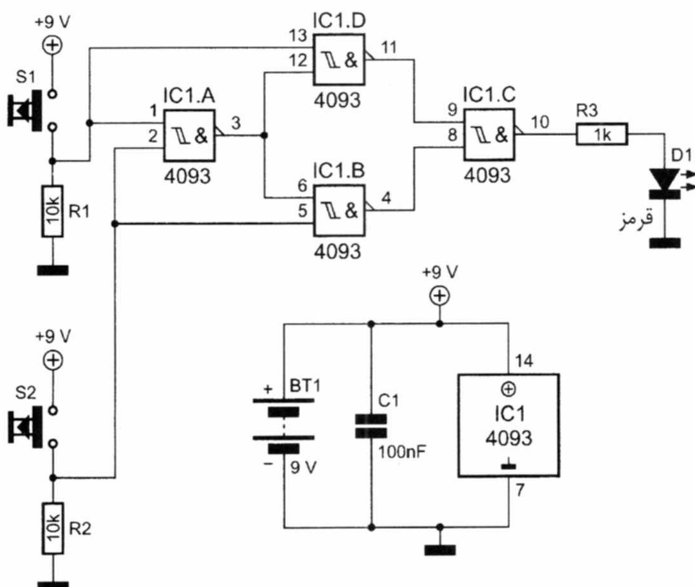


شکل ۲۹ـ۳ *چیدمان قطعات برای ساختن یک تابع NOR*

XOR ۳-۱۱

تابـع ضـدارزش، OR انحصاری (XOR) هم نامیده می‌شـود. وقتی ورودی‌هـا با هم تفاوت منطقی داشـته باشـند، خروجی آن 1 خواهد بود. وقتی هر دو ورودی 1 یا هر دو 0 باشند، خروجی 0 می‌گردد.

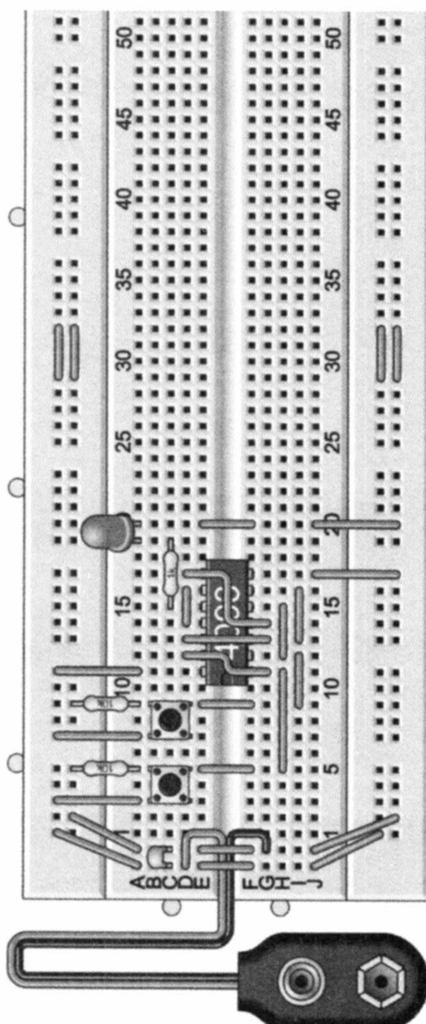
نتایـج خود را با جدول درسـتی تابع XOR مقایسـه کنیـد. با وجودی که خود مـدار به وضوح عملکرد را نشان نمی‌دهد ولی آزمایش، عملکرد XOR را مشخص می‌سازد. برای درک مناسب، مراحل بعدی را دنبال کنید. طرح اولیه را بررسـی و به هر ترتیب ورودی مثل «1 0» توجه داشـته باشـید. در این‌صورت وضعیت خروجی گیت‌ها قابل محاسـبه خواهد بـود. وضعیت خروجی گیت A (یعنـی 1) به ورودی‌های گیت D متصل می‌گـردد (یعنی 1 و 1). در این‌حالت، خروجی D، 0 بوده و مراحل به همین صورت پیگیری می‌شـود. وقتی مدار را از چپ به راسـت مورد بررسی قرار می‌دهید، نتیجه، مطلوب می‌باشد.



شکل ۳-۳۰ یک گیت XOR

خروجی	ورودی ۲	ورودی ۱
0	0	0
1	1	0
1	0	1
0	1	1

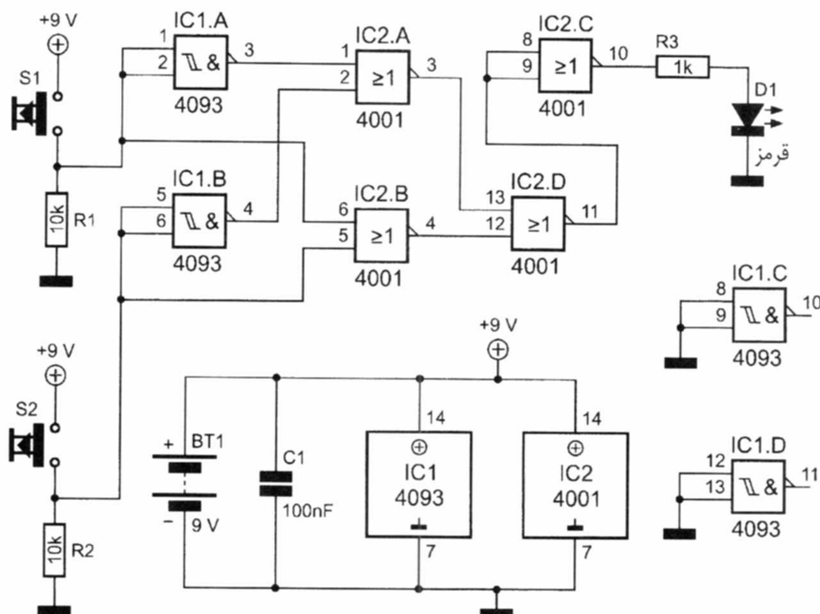
جدول ۱۵-۳ *جدول درستی تابع XOR*



شکل ۳۱-۳ *چیدمان قطعات برای آزمایش کردن گیت XOR*

XNOR ۳-۱۲

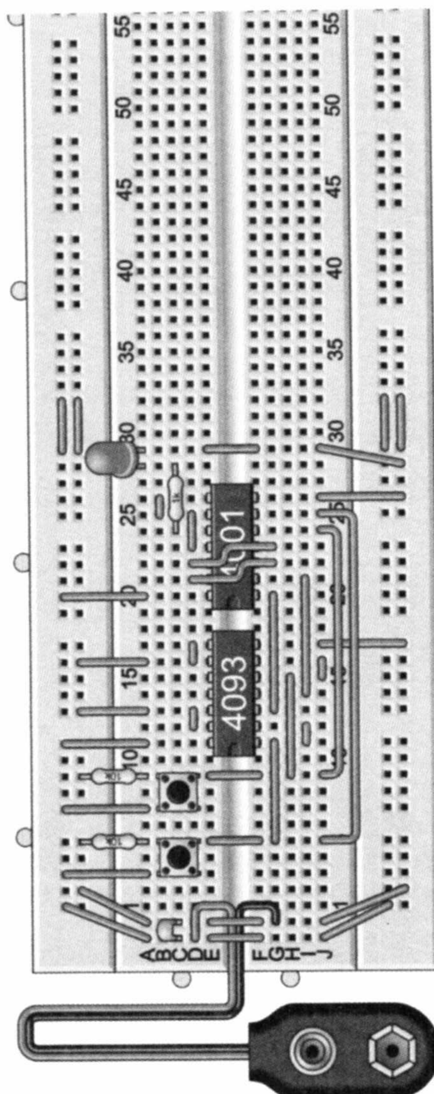
XNOR معکـوس تابـع XOR اسـت. وقتی ورودی‌ها مسـاوی یامعادل باشـند، خروجی، 1 می‌باشـد. تمام چیزی کـه در این جا به آن نیاز داریم، معکوس کردن خروجی مدار XOR اسـت. اگرچـه، در مـدار قبلی از همه گیت‌هـای ۴۰۹۳ اسـتفاده کردیم و بنابراین، یک آی‌سـی، کفاف کارمـان را نمی‌دهد. با وجودی کـه مرتفع کردن این نیاز راه‌حل‌های گوناگونـی دارد، در این‌جا از یک راه غیرمعمول اسـتفاده می‌کنیم. گیت XOR موردنیاز را از یک گیت NOR درسـت می‌کنیم. برای اینکار دو گیت NAND را در نقش وارونسـاز مورد اسـتفاده قرار می‌دهیم. در نهایت، برای تبدیل تابع XOR به یک XNOR، از یک وارونساز سود می‌جوئیم.



شکل ۳-۳۲ یک گیت XNOR

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

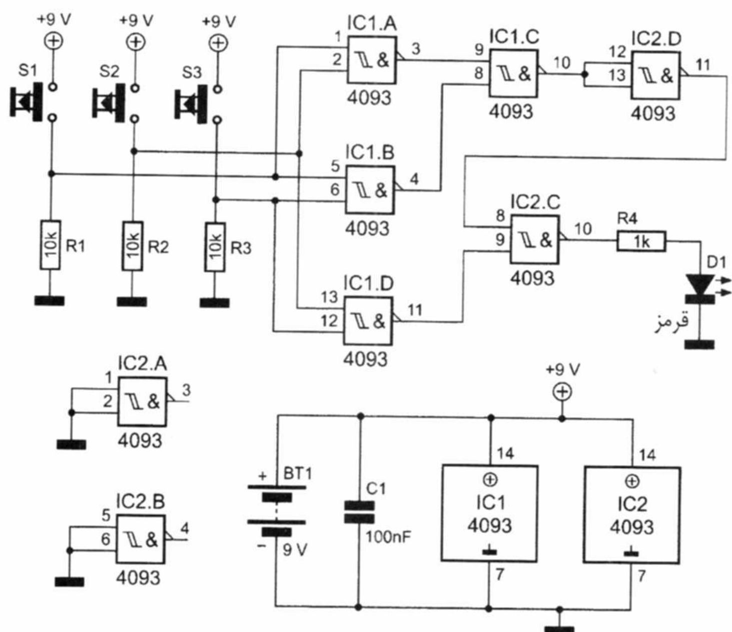
جدول ۳-۱۶ جدول درستی تابع XNOR



شکل ۳-۳۳ چیدمان قطعات برای آزمایش کردن گیت XNOR

۳-۱۳ تابع اکثریت

در یک انتخابات دموکراتیک، رأی‌ها را شمرده و وقتی اکثریت شرکت‌کنندگان به یک پرسش، پاسخ مثبت می‌دهند، نتیجه بلی یا مثبت می‌باشد. اگر تعداد آراء فرد باشد، نتیجه همواره شفاف و قاطع است درحالی که اگر تعداد شرکت‌کننده‌ها زوج باشد، ممکن است کار گره بخورد.

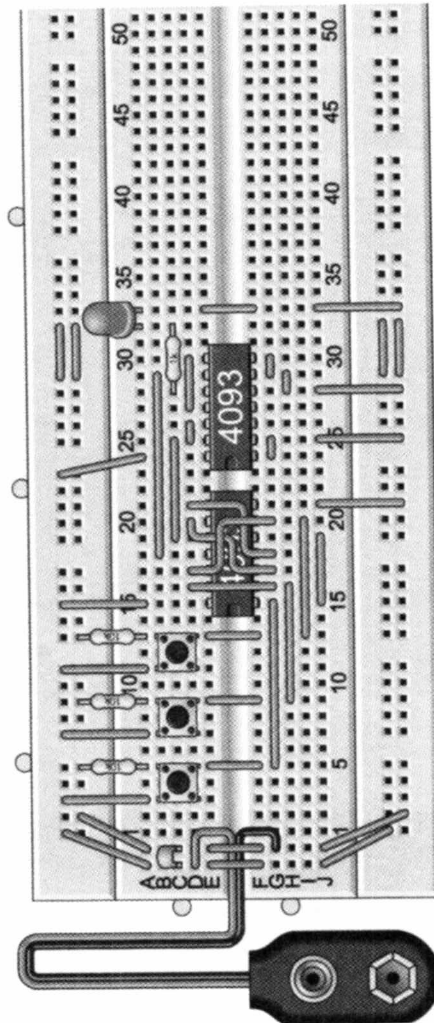


شکل ۳۴-۳ نمایش تابع اکثریت

ورودی ۱	ورودی ۲	ورودی ۳	خروجی
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

جدول ۱۷-۳ جدول درستی تابع اکثریت

در تابع اکثریت، وضعیت خروجی به وضعیت اکثریت ورودی‌ها بستگی دارد. طبیعی است که این مدار تنها با دو ورودی عمل نمی‌کند چون همانطوری که اشاره شد، تعداد ورودی‌ها باید فرد باشد. بنابراین، مداری درست می‌کنیم که سه ورودی داشته باشد. در این‌صورت اگر حداقل دو ورودی 1باشند، خروجی هم 1 خواهد بود. بدیهی است که اگر حداقل دو ورودی 0 باشند، خروجی هم 0 خواهد شد.



شکل ۳۵-۳ *چیدمان قطعات برای آزمایش تابع اکثریت*

فصل چهارم
فلیپ فلاپ‌ها

یک فلیپ فلاپ، مدار منطقی است که وضعیت خروجی آن فقط به وضعیت فعلی ورودی‌ها بستگی نداشته و وضعیت قبلی آن‌ها هم در این امر دخیل است. در شرایط معمولی، وضعیت اولیه از 0 به 1 یا بالعکس، تغییر می‌کند.

فلیپ‌فلاپ‌ها در عین‌حال نوعی حافظه هستند. یک حافظه یک بیتی به‌طور نامحدود قادر به نگهداری وضعیت 0 یا 1 بوده و در صورت لزوم می‌توان وضعیت آن را عوض کرد. در فصل‌های قبلی، مدارات را با گیت‌های آنها مورد بررسی قرار دادیم. اینک وضعیت آنها را در رابطه با اجزاء حافظه مورد کنکاش قرار می‌دهیم.

۴ـ۱ ساخت فلیپ فلاپ RS با گیت NOR

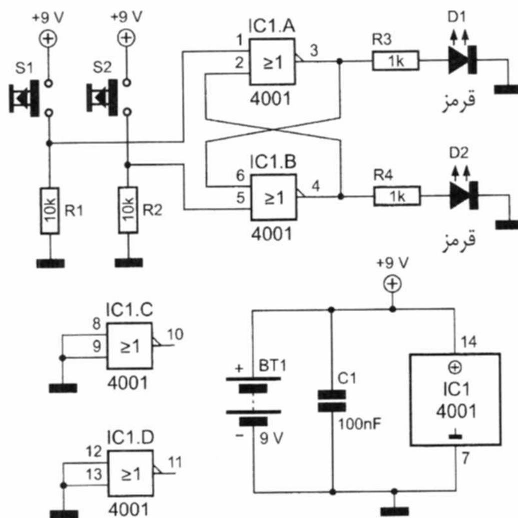
یک فلیپ‌فلاپ RS مداری است که وضعیت خروجی آن یعنی 0 یا 1، ذخیره می‌شود. فلیپ‌فلاپ دو ورودی ست (S) و ری‌ست (R) دارد که به کمک آن‌ها می‌توان خروجی را در وضعیت 1 «سِت» کرده یا آن را به حالت 0 «ری‌سِت» نمود. این مدار معمولاً خروجی اضافی دارد که وضعیت آن برعکس وضعیت اولی می‌باشد.

هر فلیپ فلاپ دارای یک مسیر فیدبک از خروجی به ورودی می‌باشد. بنابراین وضعیت نهائی فقط به ورودی‌ها بستگی نداشته بلکه به وضعیت فعلی خروجی نیز، وابسته است. مداری که در ادامه آورده شده، از دو گیت NOR و به صورت متقارن ساخته شده و خروجی هر کدام از

گیت‌ها به ورودی دیگری هدایت گردیده است. وقتی هیچکدام از کلیدها وصل نشده باشند، یا D۱ یا D۲، در وضعیت 1 منطقی خواهند بود. وقتی تغذیه مدار وصل شود، نمی‌توان پیش‌بینی کرد که کدام LED روشن خواهد شد.

اگر خروجی گیت بالایی «1» باشد، ورودی‌های گیت پائینی « 0 و 1» بوده و لذا خروجی آن 0 می‌گردد. در این شرایط، وضعیت ورودی‌های گیت بالائی « 0 و0» بوده و وضعیت خروجی آن، مطابق انتظار، «1» خواهد بود. وجود فیدبک موجب می‌گردد که حالت موجود ، حفظ شود. با یک فشار کوتاه بر S۱، خروجی گیت بالائی «0» شده و مدار در دومین حالت پایدار خود قرار می‌گیرد.

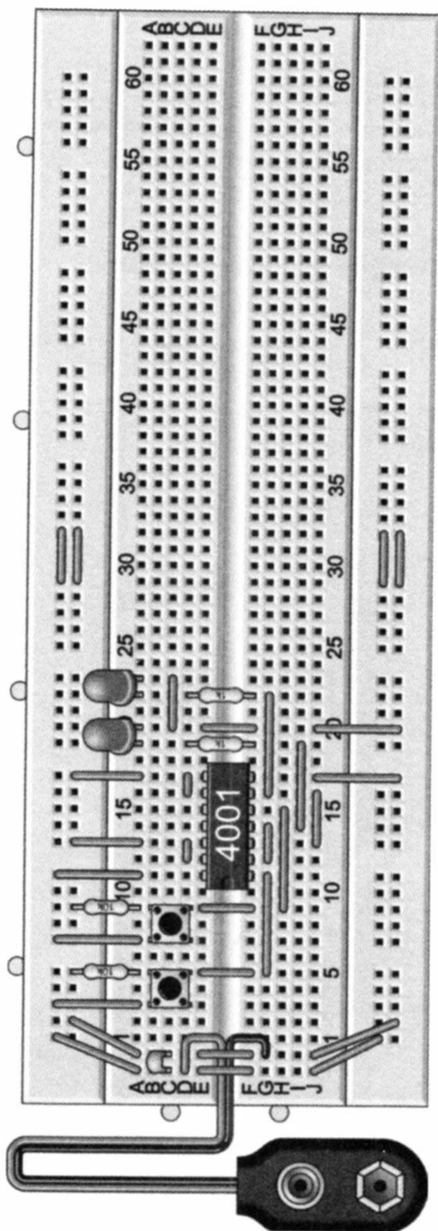
جدول درستی، وضعیت خروجی‌های همه حالت‌های خروجی قبلی را نمایش می‌دهد. علاوه بر حالت‌های 0 و 1، وقتی هر دو ورودی 0 باشند، از وضعیت X هم استفاده می گردد که وضعیت نامشخص اولیه فلیپ‌فلاپ تلقی می‌گردد. اگر یکی از دو ورودیS۱ و S۲ ، ست شود، وضعیت خروجی تغییر می‌یابد. اگر هر دو کلید بطور همزمان فشار داده شوند، یک شرایط ویژه پدید می‌آید. در این صورت هر دو خروجی 0 خواهند شد.



شکل ۱ـ۴ *ساختن فلیپ‌فلاپ RS با گیت‌های NOR*

ورودی ۱ , S۱	ورودی ۲ , S۲	خروجی ۱ , D۱	خروجی ۲ , D۲
0	0	x	NOT x
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0

جدول ۱ـ۴ *جدول درستی فلیپ‌فلاپ RS*



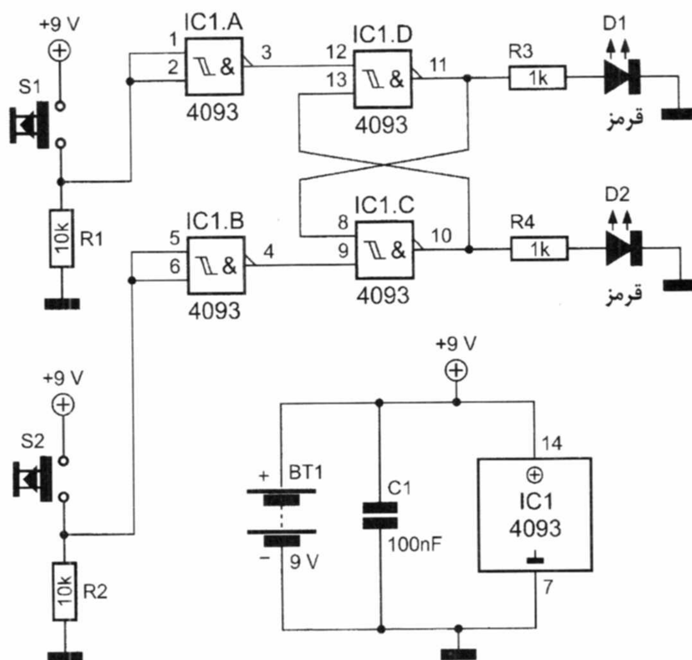
شکل ۲ـ۴ چیدمان قطعات برای ساختن یک فلیپ‌فلاپ RS

۲ـ۴ ساختن فلیپ‌فلاپ RS با گیت‌های NAND

یـک فلیپ‌فـلاپ RS را می‌توان با دو گیت NAND هم ایجاد نمود. اگر چه در صورتیکه یک «1» در ورودی‌های NAND آن ظاهر شـود، فلیپ‌فلاپ به یک وضعیت پایدار و بی‌فایده می‌رود. در این صورت اگر در شرایط عادی به یک «0» نیاز داریم، خروجی‌ها، باید ابتدا معکوس گردند. به این دلیل، هر دو گیت‌های NAND باقیمانده ۴۰۹۳، مورد استفاده واقع می‌شوند.

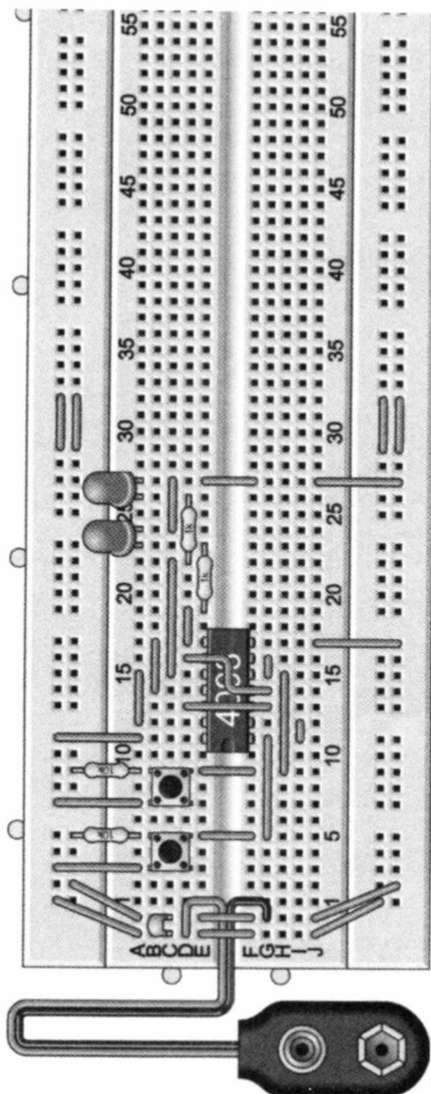
ورودی ۱، S۱	ورودی ۲، S۲	خروجی ۱، D۱	خروجی ۲، D۲
0	0	x	NOT x
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	1

جدول ۲ـ۴ *جدول درستی فلیپ‌فلاپ RS با گیت‌های NAND*



شکل ۳ـ۴ *ساختن فلیپ‌فلاپ RS با گیت‌های NAND*

جـدول درسـتی با تابع اصلی قسـمت قبلی همخوانـی دارد، اگرچه، اگر هـر دو ورودی بطور همزمان سِت شوند، این بار، هر دو خروجی، 1 خواهند شد.

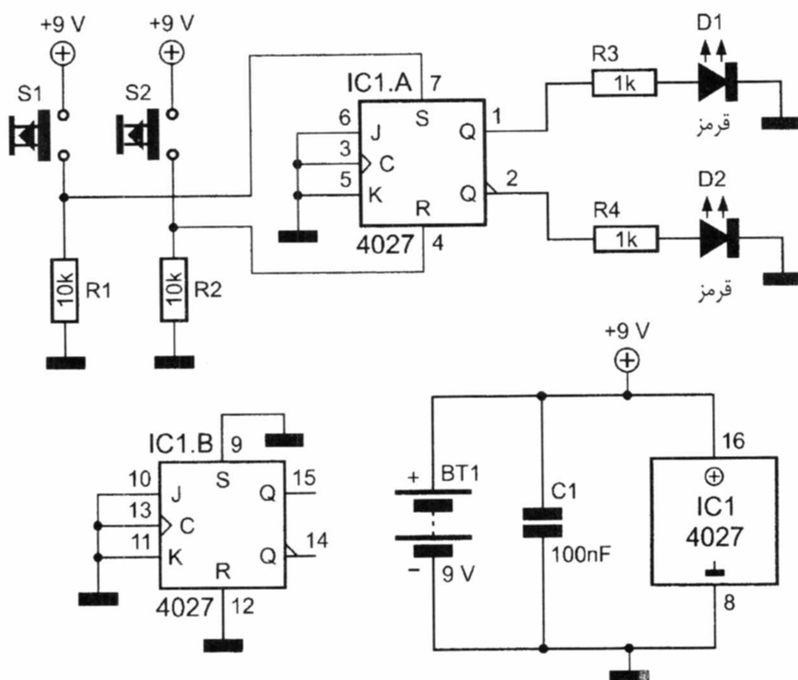


شکل ۴ـ۴ *چیدمان قطعات برای ساختن فلیپ‌فلاپ RS با گیت‌های NAND*

۳ـ۴ فلیپ‌فلاپ JK در نقش فلیپ‌فلاپ RS

در قسمت‌های قبلی دیدیم که با چند گیت می‌توانیم توابع مختلفی را ایجاد کنیم، ولی فلیپ‌ها پیچیده‌تر بوده و برای ایجاد آنها به گیت‌های بیشتری نیاز خواهیم داشت. فلیپ‌فلاپ‌ها در انواع مختلفی از جمله RS و JK عرضه می شوند. آی‌سی ۴۰۲۷ تراشه‌ای است که دو فلیپ‌فلاپ JK

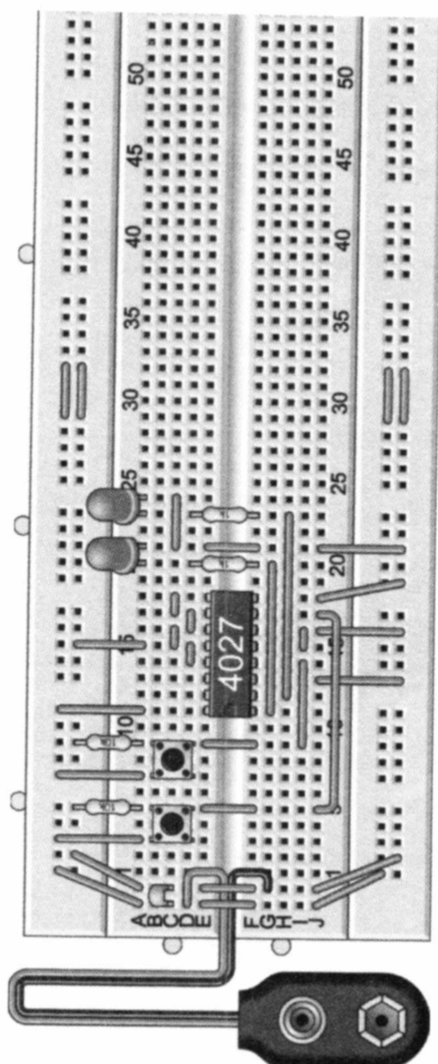
بـا محرک لبه‌ای و ورودی‌های R و S اضافـی دارد. اینکه با ورودی‌های J و K و همچنین C چه چیزی نصیب ما می‌شود، در قسمت بعدی توضیح داده خواهد شد. اگر اینها به زمین متصل شوند، رفتار مدار درسـت شـبیه یک فلیپ‌فـلاپ RS معمولی خواهد بود. اگر یک تـراز «1» منطقی به S اعمال شود، خروجی Q، 1 گردیده و وقتی یک تراز 1 در R ظاهر شود، ری ست می‌گردد. خروجی دوم یعنی $\overline{Q}$، معکوس Q اسـت. اگر هر دو ورودی 1 باشند، ۴۰۲۷ رفتاری شبیه فلیپ‌فلاپ RS سـاخته شـده از گیت‌های NAND از خود ارائه می‌دهد و درسـت مثل قسـمت قبلی، Q و $\overline{Q}$، 1 می‌گردند.



شکل ۵-۴ *ساختن فلیپ‌فلاپ RS به کمک ۴۰۲۷*

ورودی ۱، S1	ورودی ۲، S2	خروجی Q، D1	خروجی $\overline{Q}$، D2
0	0	x	NOT x
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	1

جدول ۳-۴ *جدول درستی فلیپ‌فلاپ RS در ۴۰۲۷*



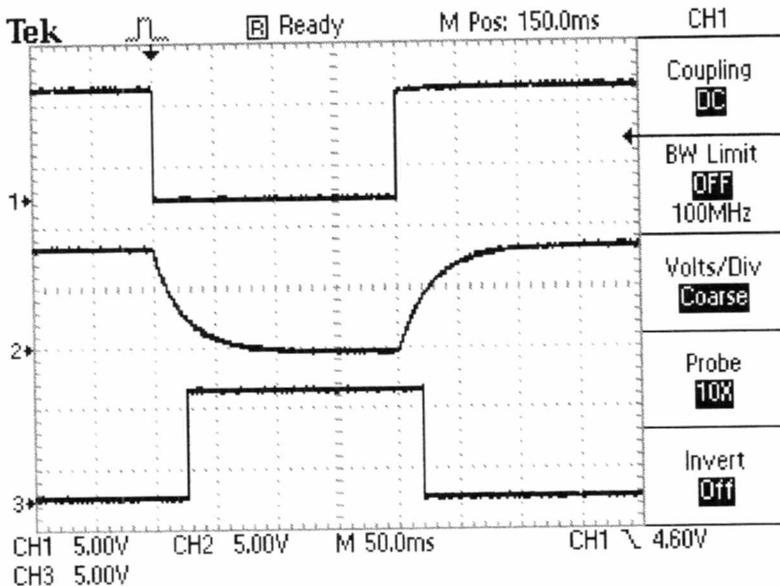
شکل ۶ـ۴ چیدمان قطعات فلیپ‌فلاپ ۴۰۲۷

۴ـ۴ فلیپ‌فلاپ JK

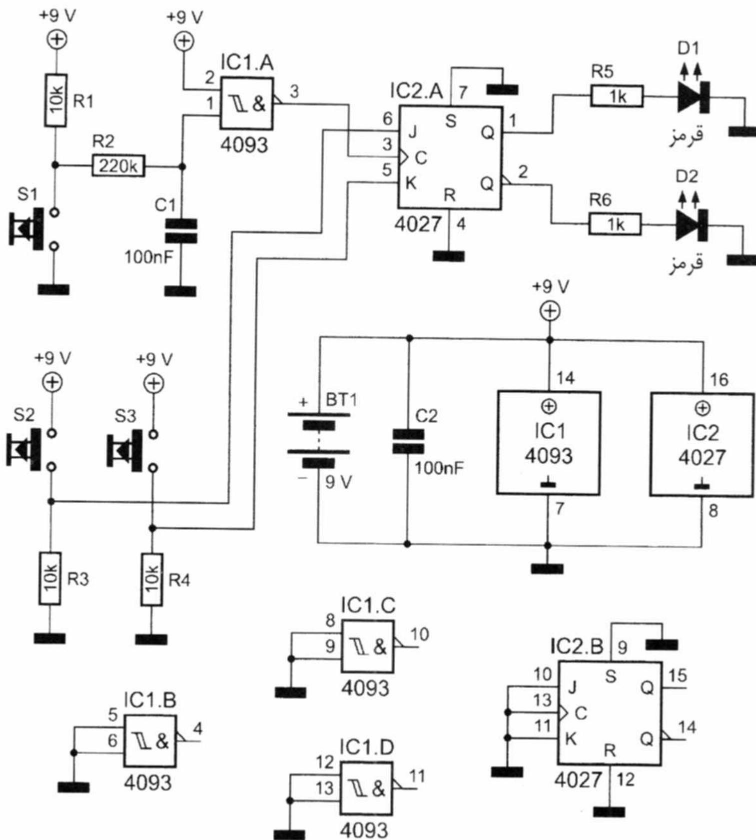
یـک فلیپ‌فـلاپ JK سـه ورودی K, J و C (سـاعت) دارد. بـرای آزمایـش کارآئـی اولیه، ورودی‌های اضافی ۴۰۲۷ یعنی R و S باید در وضعیت «0» ست شوند. خروجی‌های Q و $\overline{Q}$، بسته به وضعیت ورودی‌های J و K، به وسیله یک لبه‌ی مثبت در C (انتقال 0 به 1) ست می‌گردند.

یک فلیپ‌فلاپ با تحریک لبه‌ای، به ارتعاش یالرزش کنتاکت‌های کلید، حساس است. هنگام

کار، کنتاکت‌هـای کلید فقط یکبار با هم تماس پیـدا نمی‌کنند بلکه در یک زمان تقریباً یک‌هزارم ثانیـه، چندین بار قطع و وصل گردیده و پالس‌هـای تحریک‌کننده‌ی متعددی را ایجاد می‌نمایند. از آن‌جائـی که فشـار دادن کلید باید فقط موجب ایجاد یک لبـه‌ی تحریک‌کننده گردد، برای رفع این مشکل باید از یک مدار اضافی و کوچک لرزش‌گیر کلید سود جست. این‌بار، کلید S۱ به زمین متصل بوده و خازن C۱ را به ملایمت و از طریق مقاومت R۲ شارژ می‌نماید. اشمیت‌تریگر ۴۰۹۳ از این وضعیت استفاده کرده و سیگنال دقیقی را تولید می‌نماید. در ادامه و با رها کردن کلید، خازن به آرامی تخلیه شـده و خروجی را با تأخیر، وصل می‌کند. یعنی وقتی که «آب‌ها از آسـیاب افتاده» و نوسانات مزاحم از بین رفته‌اند! سپس، فشار دادن کلید، موجب ایجاد تنها یک پالس ساعت در C می‌گردد.



شکل ۷-۴ نحوه‌ی عملکرد پالس ساعت



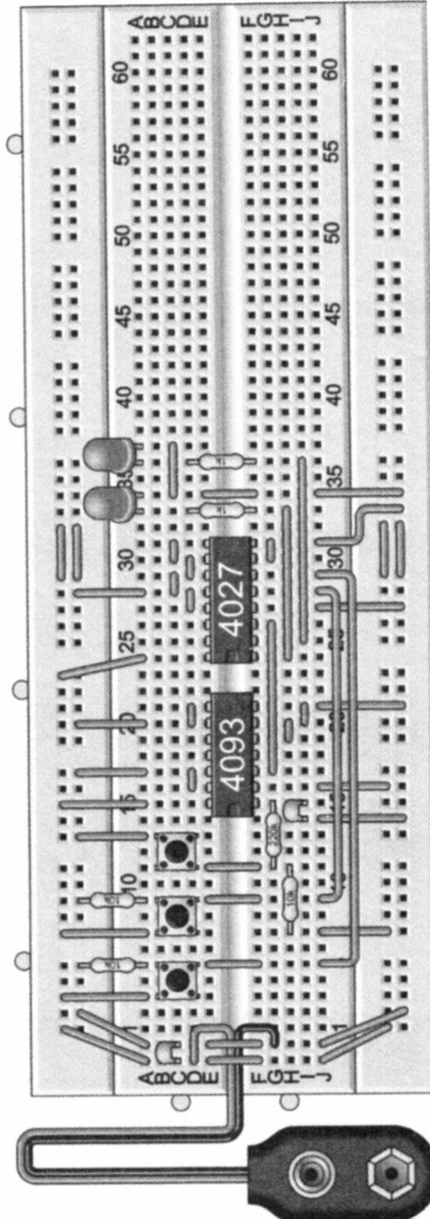
شکل ۸ـ۴ آزمایش با فلیپ‌فلاپ JK

ورودی J، S۲	ورودی K، S۳	ورودی C، S۱	خروجی Q	خروجی $\overline{Q}$
0	0	تبدیل 0 → 1	x	NOT x
0	1	تبدیل 0 → 1	0	1
1	0	تبدیل 0 → 1	1	0
1	1	تبدیل 0 → 1	تغییر وضعیت	تغییر وضعیت

جدول ۴ـ۴ جدول درستی فلیپ‌فلاپ JK با ۴۰۲۷

جدول درستی، کارآئی فلیپ‌فلاپ JK را نمایش می‌دهد. حالت‌های خروجی با یک لبه‌ی صعودی در C، و بسته به موقعیت J و K، تغییر می‌کنند. وقتی J و K با هم تفاوت دارند، وضعیت هر کدام از آن‌ها بترتیب راهی Q و $\overline{Q}$ گردیده و در همان حالت ذخیره می‌گردند. اگر J و K در وضعیت «0» باشند، خروجی‌ها تغییری نمی‌نمایند. اگر در زمان رسیدن لبه‌ی پالس ساعت، هر

دو «1» باشــند، خروجی‌ها از 0 به 1 یا از 1 به 0 مبدل گردیده و می‌گویند خروجی‌ها تغییر وضعیت پیدا کرده‌اند.



شکل ۹ـ۴ *چیدمان قطعات فلیپ‌فلاپ JK با ۴۰۲۷*

تمــام کارآئی‌های فلیپ‌فلاپ JK را آزمایش نمائید. از آن‌جائــی که وضعیت اولیه فلیپ‌فلاپ قابل پیش‌بینی نیســت، پس از وصل کردن کلید، یا D۱ یا D۲، روشــن می‌شــود. در این وضعیت S۱ را فشار دهید. تغییری ایجاد نخواهد شد.

اکنون S۲ را فشار داده و در همان وضعیت نگهدارید و S۱ را یکبار فشار دهید. خواهید دید که D۱ روشن می‌شود. با دست دیگر S۳ را فشار داده و نگهدارید. در اثر عملکرد کلید S۱ ، LEDی D۲ روشن خواهد شد. و بالاخره آخرین آزمایش، S۲ و S۳ را بطور همزمان فشار داده و نگهدارید و S۱ را چند بار فشــار دهید. با هر بار اعمال فشــار به S۱، خروجی‌ها، تغییر وضعیت داده و D۱ و D۲ به تناوب روشن می‌شوند.

۴ـ۵ ثبات‌های انتقال یا شیفت رجیسترها

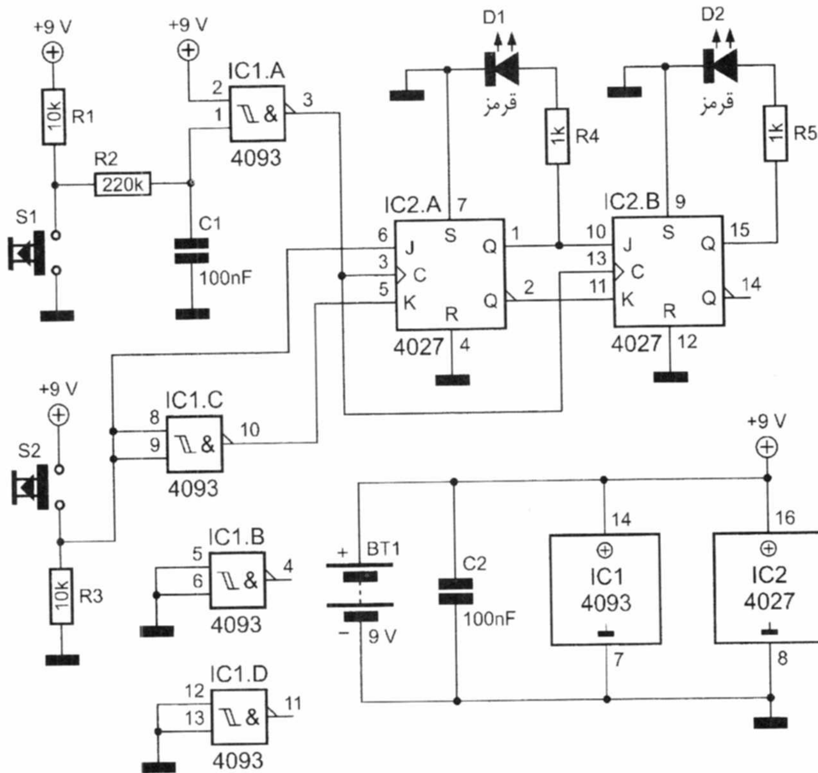
شــیفت رجیســتر، در هر پالس ســاعت، دیتا را از یک مرحله یا طبقه به مرحله یا طبقه بعدی انتقال می‌دهد. برای یک شیفت رجیستر ۴ طبقه، نتیجه به این صورت است: در لحظه‌ی شروع، برای مثال، یک 1 در اولین خروجی ظاهر می‌شود. 1 مزبور سپس در ۴ مرحله به هر طبقه هدایت می‌گردد.

ابتدا، با دو فلیپ‌فلاپ JK، یک شیفت رجیستر دو طبقه ساخته می‌شود.

در هــر لبه‌ی صعودی از ســیگنال ســاعت، یک فلیپ‌فــلاپ JK، وضعیت‌هــای J و K را در خروجی‌های Q و $\overline{Q}$ ظاهر می‌ســازد. برای اینکه J و K با هم متفاوت باشــند، از یک وارونســاز یعنی (IC1.C) سود جسته‌ایم. خروجی‌های فلیپ فلاپ اول (IC2.A) به ورودی‌های فلیپ‌فلاپ دوم (IC2.B) متصل گردیده‌اند. هر دو طبقه، یک سیگنال ساعت یکسان را دریافت می‌کنند. در ایــن موقع، فلیپ‌فلاپ JKی دوم، وضعیت قبلی فلیپ‌فلاپ اول را بخود می‌گیرد. فقط در پالس ساعت دوم است که دیتا، به خروجی نهائی می‌رسد.

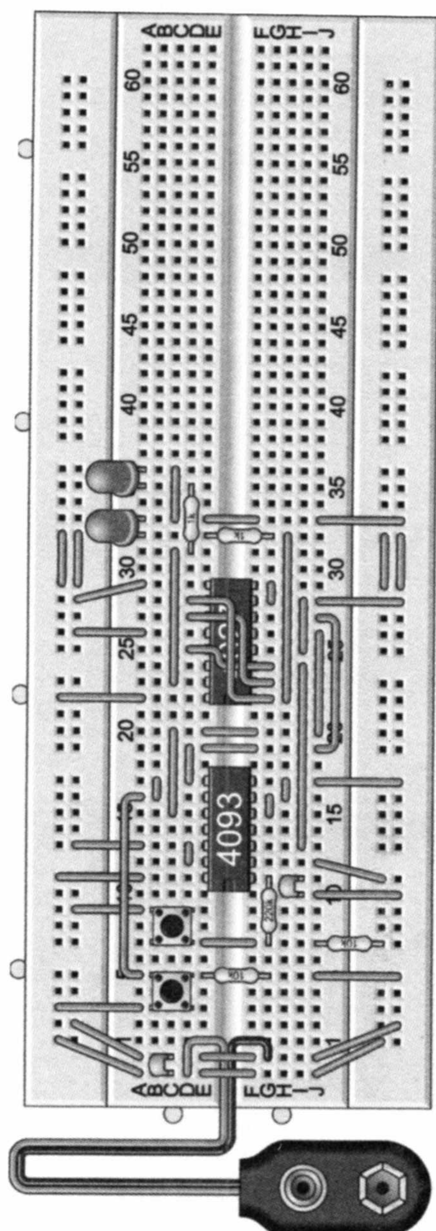
ورودی	خروجی۱	خروجی۲	خروجی ۳	خروجی ۴
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	1

جدول ۵ـ۴ *جدول درستی شیفت رجیستر*



شکل ۱۰ـ۴ *یک شیفت رجیستر دو طبقه*

برای آزمایش مدار، S۲ را در وضعیت وصل نگهداشته و با استفاده از S۱، پالس ساعت را فعال کنید. پس از یک تأخیر کوتاه، وضعیت S۱ بوسیله‌ی D۱ و D۲ مشهود خواهد شد. وقتی S۲ را در وضعیت وصل نگهداشته و S۱ را مجدداً فشار می‌دهید (جدول ۶ـ۴)، هر دو LED پس از دو پالس روشن می‌شوند زیرا بیت‌های 1 جدید بطور پیوسته اعمال می‌شوند. با مراجعه به جدول ۷ـ۴ شما می‌توانید وضعیت ورودی‌های دیگری را هم آزمایش نمائید که در این‌صورت، هر دو LED متناوباً روشن می‌گردند.



شکل ۱۱-۴ *چیدمان قطعات برای شیفت رجیستر با دو خروجی*

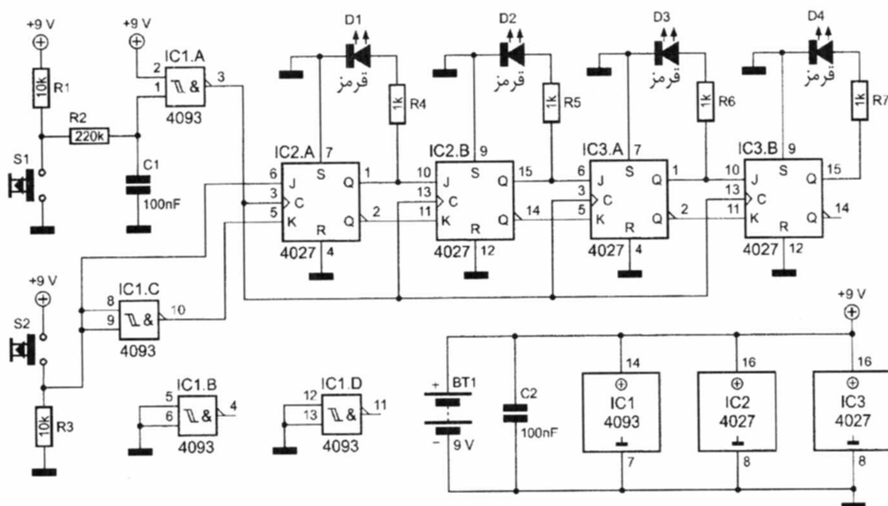
ورودی J، S2	ورودی C، S1	خروجی Q1	خروجی Q2
1	تبدیل 0 → 1	1	x
1	تبدیل 0 → 1	1	1
1	تبدیل 0 → 1	1	1
1	تبدیل 0 → 1	1	1

جدول ۶-۴ آزمایش شیفت رجیستر به ازای «J=1»

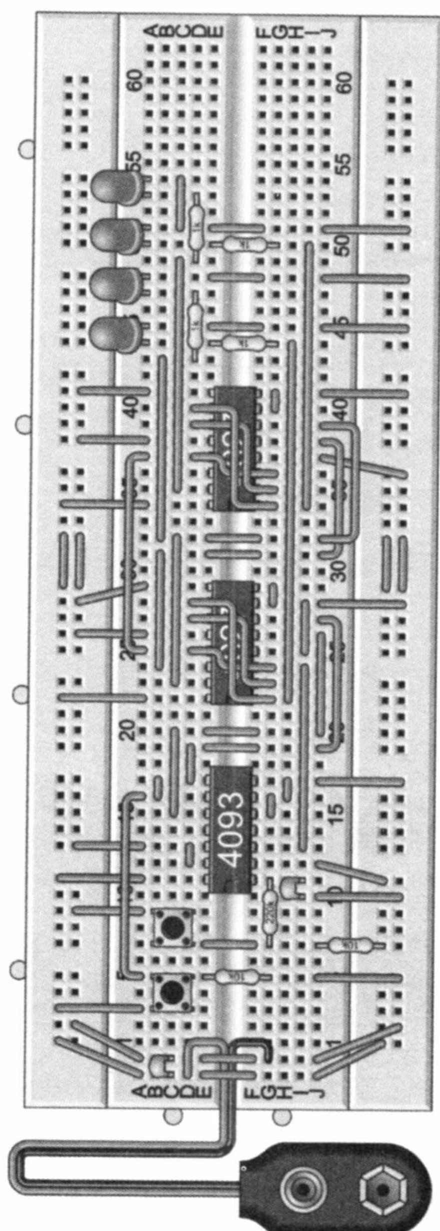
ورودی J، S2	ورودی C، S1	خروجی Q1	خروجی Q2
0	تبدیل 0 → 1	0	x
1	تبدیل 0 → 1	1	0
0	تبدیل 0 → 1	0	1
1	تبدیل 0 → 1	1	0

جدول ۷-۴ آزمایش شیفت رجیستر به ازای «J = 0/1»

با استفاده از دو طبقه‌ی اضافی، شیفت رجیستر دو طبقه را، می‌توان به سادگی گسترش داد. در این صورت انتقال یک بیت از S۲ تا D۴ ، به چهار پالس ساعت نیاز خواهد داشت.



شکل ۱۲-۴ گسترش شیفت رجیستر دو طبقه به ۴ طبقه



شکل ۱۳-۴ چیدمان قطعات در شیفت رجیستر با ۴ خروجی

خروجی Q۴	خروجی Q۳	خروجی Q۲	خروجی Q۱	ورودی S1 ، C	ورودی S2 ، J
x	x	x	0	1→0 تبدیل	0
x	x	0	1	1→0 تبدیل	1
x	0	1	0	1→0 تبدیل	0
0	1	0	1	1→0 تبدیل	1

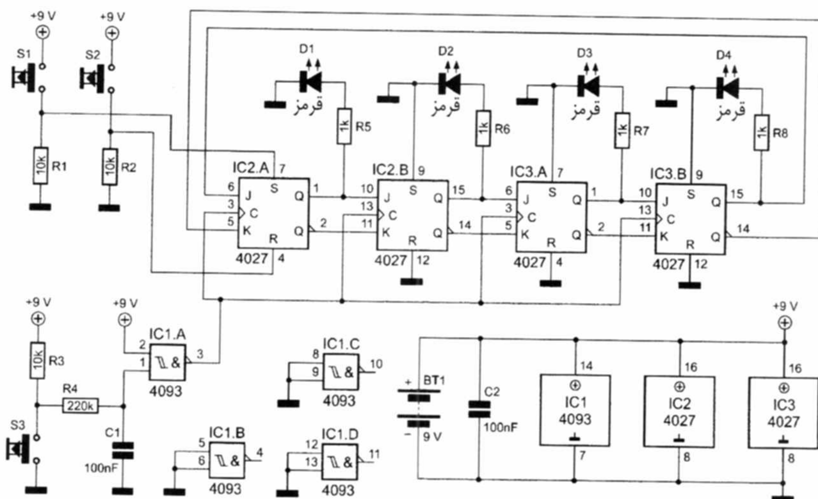
جدول ۸-۴ آزمایش شیفت رجیستر ۴ طبقه با «j=0/1/0/1»

خروجی Q۴	خروجی Q۳	خروجی Q۲	خروجی Q۱	ورودی S1 ، C	ورودی S2 ، J
x	x	x	1	1→0 تبدیل	1
x	x	1	1	1→0 تبدیل	1
x	1	1	1	1→0 تبدیل	1
1	1	1	1	1→0 تبدیل	1

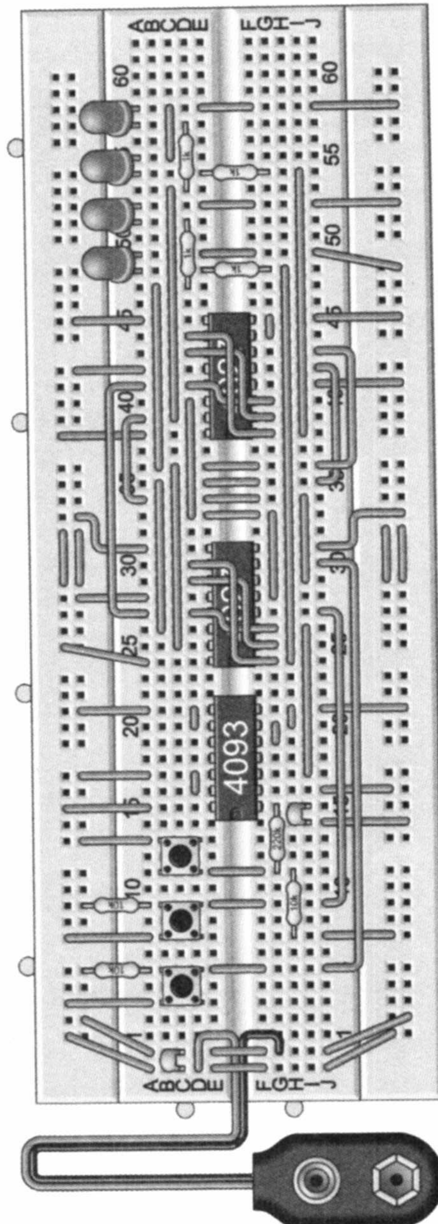
جدول ۹-۴ آزمایش شیفت رجیستر ۴ طبقه با «J=1»

۶-۴ شیفت رجیسترهای چرخه‌ای

در این آزمایش، چهار شیفت رجیستر JK، با تغذیه‌ی خروجی‌های فلیپ‌فلاپ انتهائی به ورودی‌های ابتدائی، یک حلقه یا دایره را ایجاد می‌کنند. در شروع کار، چهار طبقه‌ی مدار در یک وضعیت تصادفی قرار دارند. به ازای هر پالس ساعت (S۳)، الگوی مزبور به اندازه یک بیت جابجا می‌گردد. پس از یک پالس ساعت، بیت D۴ مجدداً در D۱ ظاهر می‌شود. فقط طبقه‌ی اول شیفت رجیستر را می‌توان مستقیماً سِت (S۱) یا ری‌سِت (S۲) نمود. برای این کار شما می‌توانید 1ها یا 0ها را مستقیماً به ورودی اعمال نمائید. برای مثال یک نور در حال حرکت با وضعیت منطقی «0 و 0 و 0 و 1» را در نظر بگیرید. یکبار که این الگو اعمال شود، برای جابجائی آن فقط به S۳ نیاز خواهیم داشت.



شکل ۱۴-۴ شیفت رجیستر چرخه‌ای



شکل ۱۵ـ۴ چیدمان قطعات برای ساختن شیفت رجیستر چرخه‌ای

فصل پنجم
شمارنده‌ها

شمارنده‌های دیجیتالی در ساعت‌ها، دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی و همچنین در نقش یک قطعه در کامپیوترها به کار می‌روند. انواع گوناگونی از شمارنده‌ها وجود دارند که بسیاری از آن‌ها با فلیپ فلاپ‌های JKی ۴۰۲۷ ساخته می‌شوند.

۵ـ۱ شمارنده‌ی تا ۳

استفاده از یک فلیپ‌فلاپ JK در نقش یک شمارنده‌ی یک بیتی را در قسمت ۳ـ۴ دیدید. وقتی J و K هر دو 1 هستند، هر لبه‌ی مثبت رونده پالس ساعت در C، خروجی Q را تغییر می‌دهد. خروجی بین وضعیت‌های 0 , 1 تغییر می‌کند. از این خاصیت می‌توان برای شمارش استفاده نمود. کاربرد دیگر این قضیه در مقسم‌های فرکانس است. اعمال هر دو پالس ساعت به ورودی، موجب خروج یک پالس از خروجی می‌گردد.

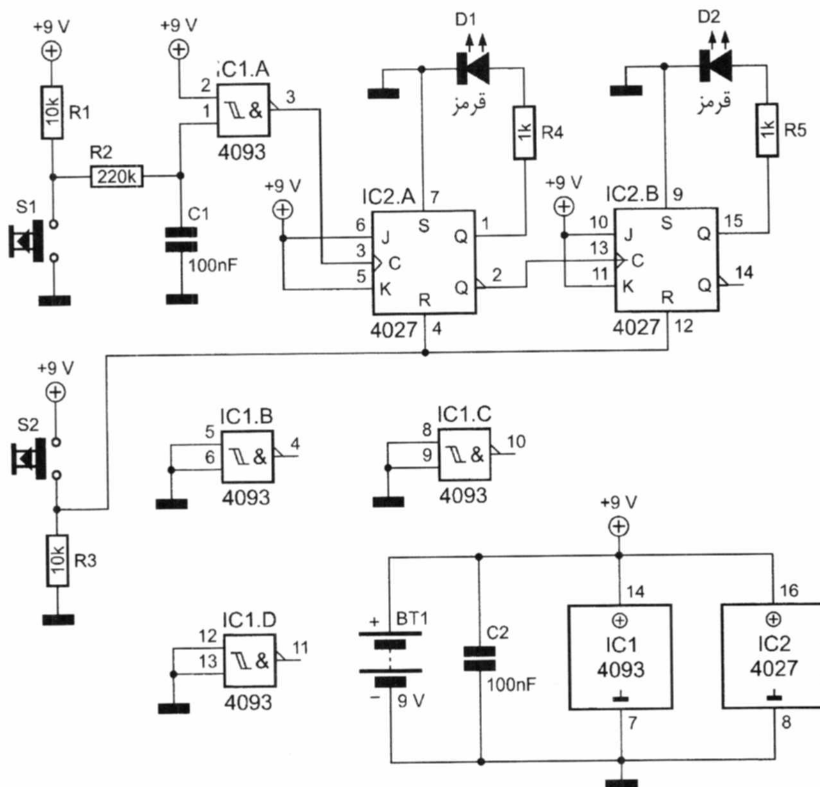
اگر خروجی یک فلیپ‌فلاپ را به ورودی ساعت یک فلیپ‌فلاپ دیگر تغذیه کنید، تعداد پالس‌های خروجی به ۴ تقسیم می‌شود. از آن جائی که ۴ وضعیت مختلف وجود دارد، که آن را می‌توان به صورت یک عدد باینری دو بیتی تفسیر نمود، اکنون شمارنده‌ای برای شمارش اعداد از ۰ تا ۳ در اختیار داریم. به این دلیل که نتیجه یقیناً یک عدد باینری است، خروجی معکوس شده، یعنی $\overline{Q}$، باید به ورودی ساعت طبقه‌ی بعدی، تغذیه شود. فلیپ‌فلاپ بعدی، به ازای لبه‌ی مثبت پالس ساعت (تبدیل یا انتقال 0 به 1)، تغییر وضعیت می‌دهد در حالی که انتقال یک عدد

باینری به مکان بعدی، در ادامه و با تبدیل 1 به 0 اتفاق می‌افتد.

در مقایسه با شمارنده همزمان، که در آن همه ورودی‌های ساعت به همان سیگنال ساعت متصل شده و همه‌ی فیلیپ فلاپ‌ها در همان لحظه سویچ می‌کنند، این مدار یک شمارنده‌ی غیر همزمان نامیده می‌شود.

دریک شمارنده‌ی غیر همزمان، هر خروجی، ورودی ساعت بعدی را کنترل می‌نماید. بین ورودی و خروجی همیشه یک تأخیر زمانی کسری از میکرو ثانیه، وجود دارد. به این ترتیب، فلیپ فلاپ دوم، کوتاه زمانی پس از اولی، عمل می‌کند.

به این خاطر، حالت‌های بینابینی بی اعتباری به وجود می‌آیند. در مورد یک شمارنده ساده، بروز این حالت مشکلی را ایجاد نمی‌کند زیرا چشمان ما، قابلیت تمیز دادن عملیاتی که اگر حتی هزاران بار آرام‌تر از آن باشند را هم، ندارند.



شکل ۱-۵ یک شمارنده‌ی ۲ بیتی

خروجی Q۱، D۱	خروجی Q۲، D۲	ورودی C، S۱	ورودی R، S۲
0	0	0	1
1	0	پالس ساعت	0
0	1	پالس ساعت	0
1	1	پالس ساعت	0
0	0	پالس ساعت	0

جدول ۱ـ۵ عملکرد شمارنده ۲ بیتی

مدار، یک کلید ری‌ست اضافی (S۲) دارد. هنگام آغاز به کار، مدار در یک حالت تصادفی واقع است. فشار دادن S۲ موجب سِت شدن وضعیت به 0 و 0 می‌گردد. جدول ۱ـ۵ مراحل شمارش در هر پالس ســاعت را نشان می‌دهد. مدار، پالس‌های ساعت را می‌شمارد: ۱، ۲، ۳. چهارمین فشار به کلید، مدار را به وضعیت 0 باز می‌گرداند.

از آن جائی که حالت‌های خروجی باید به صورت اعداد باینری خوانده شوند، D۱ باید در سمت راســت واقع شود. در ســاختمان بِرد بُرد، D۱، LEDای می‌باشد که در سمت چپ واقع شده است. اگرچه در صورتی که صفحه‌ی مدار را ۱۸۰ درجه بچرخانیم، خواندن عدد باینری ســاده‌تر خواهد شد.

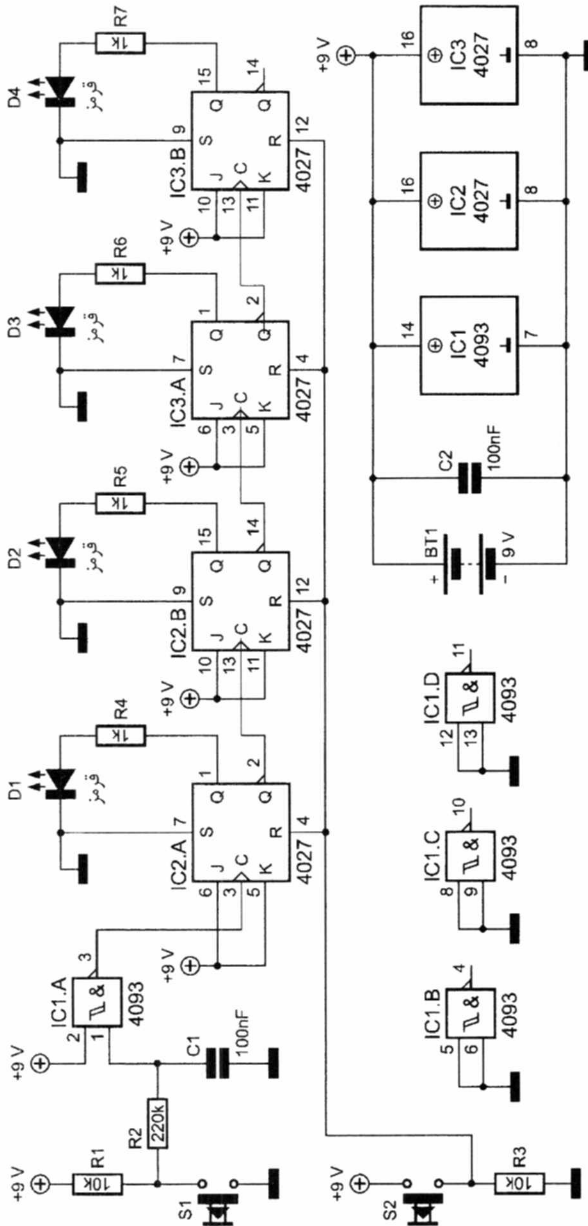
شکل ۲ـ۵ چیدمان قطعات در شمارنده با دو خروجی

۵-۲ شمارنده‌ی ۴ بیتی

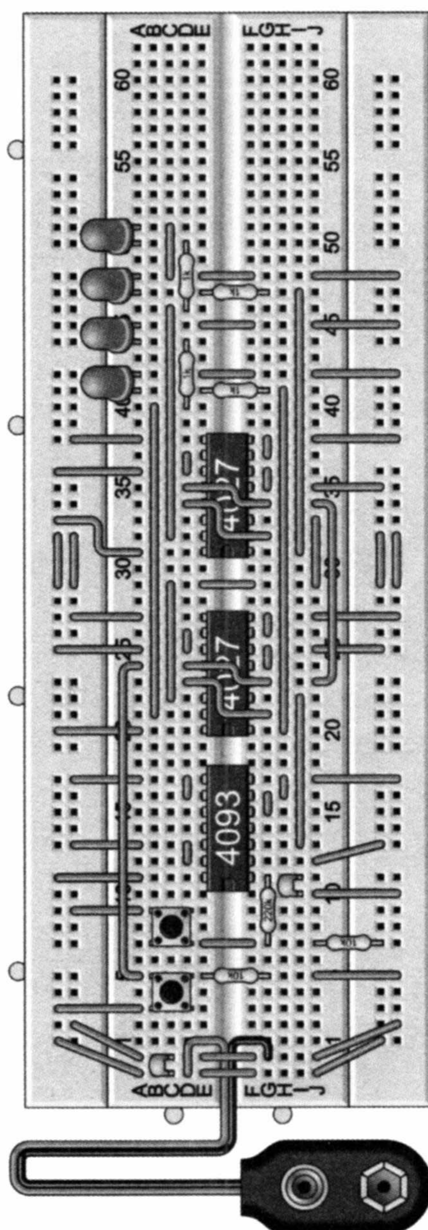
با اضافه کردن یک ۴۰۲۷ دیگر، شمارنده‌ی غیرهمزمان ۲ بیتی را می‌توان به یک نمونه‌ی ۴ بیتی گسترش داد. در این صورت مدار قابلیت شمارش ۰ تا ۱۵ را خواهد داشت. برای خواندن حالت‌های خروجی به صورت اعداد باینری، آنها را باید از سمت راست به چپ خوانده و یا صفحه مدار آزمایشی را ۱۸۰ درجه چرخاند. عملکرد آن در نقش مقسم فرکانس نیز بسیار ساده است. در این حالت، طبقات مجزا، فرکانس پالس ورودی را به ترتیب به: ۲، ۴، ۸ و ۱۶ تقسیم می‌نمایند. پس از ۱۶ پالس ساعت، یک پالس در D۴ ظاهر می‌شود.

Q1, D1	Q2, D2	Q3, D3	Q4, D4	S۱، ورودی C	S۲، ورودی R
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	پالس ساعت	0
0	1	0	0	پالس ساعت	0
1	1	0	0	پالس ساعت	0
0	0	1	0	پالس ساعت	0
1	0	1	0	پالس ساعت	0
0	1	1	0	پالس ساعت	0
1	1	1	0	پالس ساعت	0
0	0	0	1	پالس ساعت	0
1	0	0	1	پالس ساعت	0
0	1	0	1	پالس ساعت	0
1	1	0	1	پالس ساعت	0
0	0	1	1	پالس ساعت	0
1	0	1	1	پالس ساعت	0
0	1	1	1	پالس ساعت	0
1	1	1	1	پالس ساعت	0

جدول ۵-۲ عملکرد شمارنده‌ی ۴ بیتی



شکل ۳-۵ یک شمارنده‌ی ۴ بیتی



شکل ۴ـ۵ چیدمان قطعات در شمارنده‌ی تا ۱۵

۵ـ۳ شمارنده‌ی همزمان

شمارنده‌ی همزمان با این اصل که در آن، همه ورودی‌های ساعت به صورت موازی اعمال می‌شوند، متمایز می‌گردد. به این ترتیب، همه خروجی‌ها در یک لحظه سویچ می‌گردند. به جز ایجاد برخی حالات غیرمعتبر بینابینی که به آن اشاره کردیم، ماحصل کار، تفاوت بارز دیگری با شمارنده‌ی غیرهمزمان ندارد. وقتی از وضعیت‌های خروجی برای کنترل دستگاه‌های دیجیتالی بیشتری استفاده می‌شود، از این روش بهره می‌گیرند. مدار شمارنده همزمان، به طور قابل ملاحظه‌ای پیچیده‌تر از شمارنده‌ی غیر همزمان است. سیگنال‌های J , K باید به گونه‌ای آماده شوند که هر فلیپ‌فلاپ از قبل بداند که آیا پالس ساعت بعدی به سوییچ کردن نیاز دارد یا خیر.

وقتی J , K ، هر دو 1 شوند، فلیپ‌فلاپ JK تغییر وضعیت داده و وقتی هر دو 0 باشند، وضعیت فعلی خود را حفظ می‌کند.

در اولین طبقه‌ی (IC3.A)، J وK به طور دائمی در وضعیت 1 هستند.

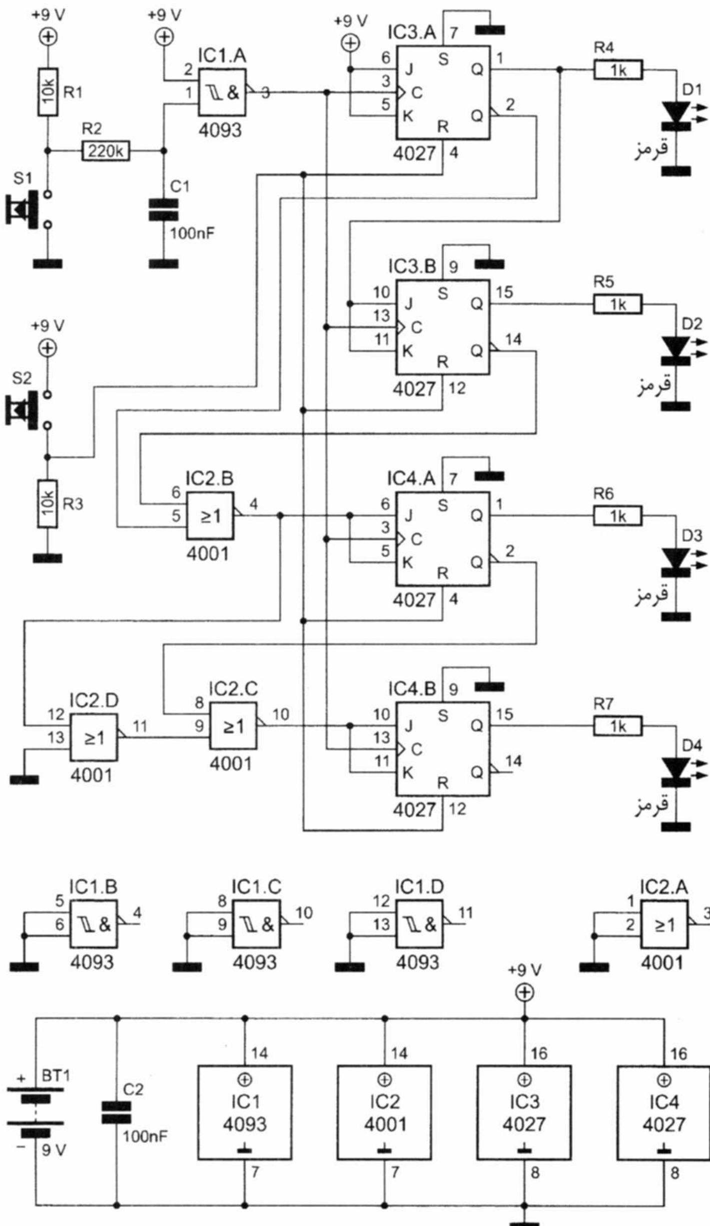
وقتی خروجی Q اولین طبقه 1 است، طبقه دوم، سویچ می‌کند. یک ارتباط مستقیم بین این دو، ضامن اجرای این شرط است.

طبقه سوم فقط وقتی تغییر وضعیت می‌دهد که طبقات اول و دوم در وضعیت 1 باشند. لذا، ناچاریم از یک گیت AND استفاده کنیم. همانطوری که در قسمت ۷ـ۳ اشاره شد، با استفاده از یک گیت NOR و معکوس کردن ورودی‌های آن می‌توانیم یک گیت AND بسازیم. لذا از یک گیت NOR (IC2.B) استفاده کرده و خروجی‌های معکوس شده‌ی دو طبقه اول را به آن مربوط می‌نمائیم.

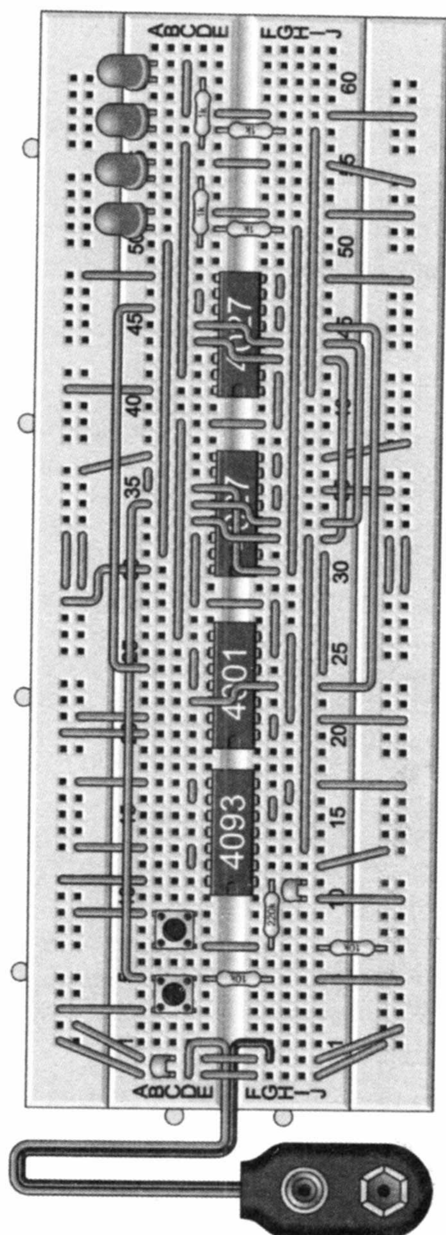
S۲، ورودی R	S۱، ورودی C	Q4, D4	Q3, D3	Q2, D2	Q1, D1
1	0	0	0	0	0
0	پالس ساعت	0	0	0	1
0	پالس ساعت	0	0	1	0
0	پالس ساعت	0	0	1	1
0	پالس ساعت	0	1	0	0
0	پالس ساعت	0	1	0	1
0	پالس ساعت	0	1	1	0
0	پالس ساعت	0	1	1	1
0	پالس ساعت	1	0	0	0
0	پالس ساعت	1	0	0	1
0	پالس ساعت	1	0	1	0
0	پالس ساعت	1	0	1	1
0	پالس ساعت	1	1	0	0
0	پالس ساعت	1	1	0	1
0	پالس ساعت	1	1	1	0
0	پالس ساعت	1	1	1	1

جدول ۵-۳ *عملکرد شمارنده‌ی همزمان ۴ بیتی*

اتصال دادن به خروجی‌های $\overline{Q}$ دو طبقه اول، این مهم را به انجام می‌رساند. و به همین ترتیب، گیت‌های IC2.C و IC2.D، خروجی $\overline{Q}$ طبقه سوم را به خروجی اولین گیت AND مربوط می‌نمایند. در نتیجه، یک گیت AND با سه ورودی خواهیم داشت. در این حالت، فقط زمانی که هر سه طبقه قبلی به وضعیت 1 برسند، پالس ساعت بعدی، وضعیت طبقه چهارم را تغییر خواهد داد.



شکل ۵ـ۵ مدار شمارنده‌ی همزمان



شکل ۶ـ۵ چیدمان قطعات شمارنده‌ی همزمان

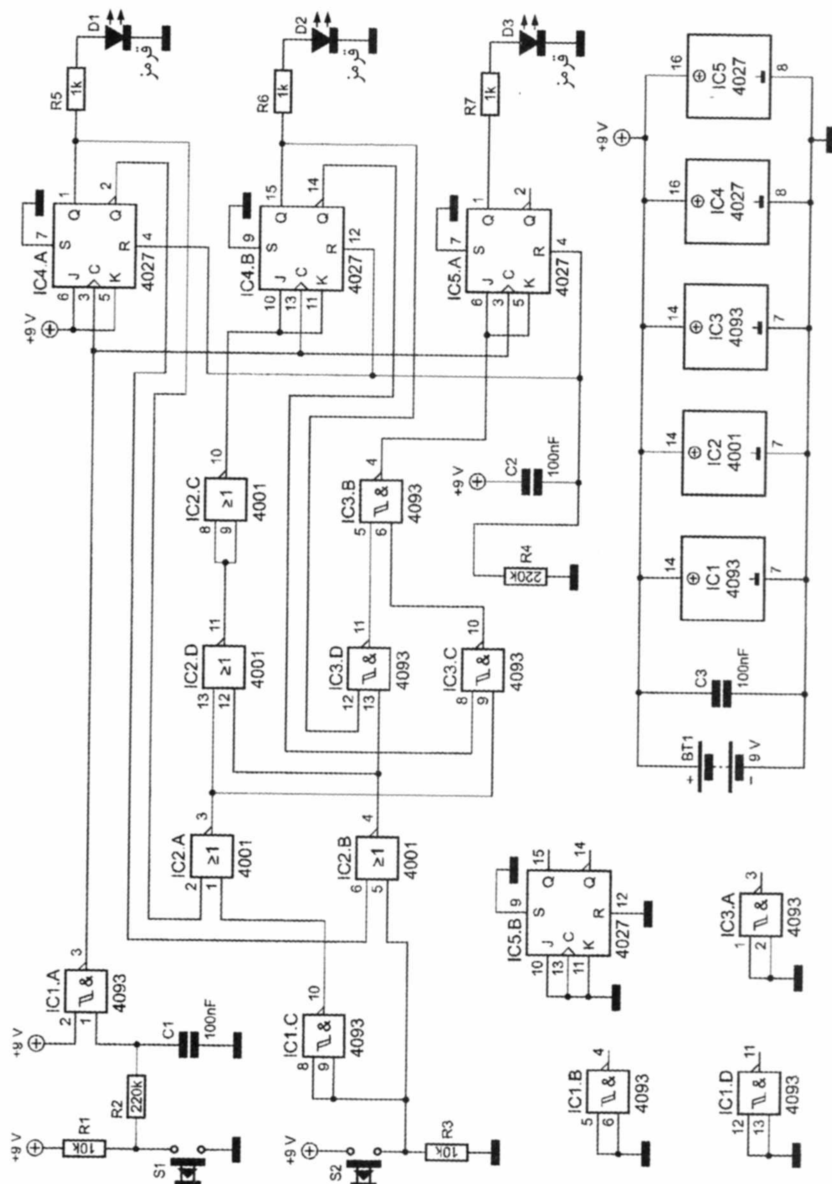
۵-۴ شمارنده‌ی صعودی ـ نزولی

از شمارنده‌ی صعودی نزولی برای مثال می‌توان در کنترل ورود و خروج میهمانان در یک مراسم سود جست. ابتدا هر شخصی که وارد می‌شود از زیر یک پرتوی نور عبور کرده و شمارش می‌گردد. در خاتمه مراسم، جهت شمارش، معکوس می‌گردد. وقتی تمام میهمانان مجلس را ترک کردند، شمارنده به صفر برمی‌گردد.

شمارنده‌ای که در این جا معرفی می‌شود قادر است تا هفت پالس را بدون سرریز شدن شمارش نموده و بسته به مقادیر بین ۰ و ۷، سه خروجی می‌توانند یک عدد باینری سه بیتی را نمایش دهند. در این جا مجدداً از یک شمارنده‌ی همزمان که تمام ورودی‌های ساعت آن به صورت موازی وصل شده‌اند، استفاده می‌کنیم.

S۲، صعودی-نزولی	S۱، ورودی C	Q3, D3	Q2, D2	Q1, D1
0	پالس ساعت	0	0	1
0	پالس ساعت	0	1	0
0	پالس ساعت	0	1	1
0	پالس ساعت	1	0	0
0	پالس ساعت	1	0	1
0	پالس ساعت	1	1	0
0	پالس ساعت	1	1	1
1	پالس ساعت	1	1	0
1	پالس ساعت	1	0	1
1	پالس ساعت	1	0	0
1	پالس ساعت	0	1	1
1	پالس ساعت	0	1	0
1	پالس ساعت	0	0	1
1	پالس ساعت	0	0	0

جدول ۵-۴ عملکرد شمارنده‌ی صعودی ـ نزولی

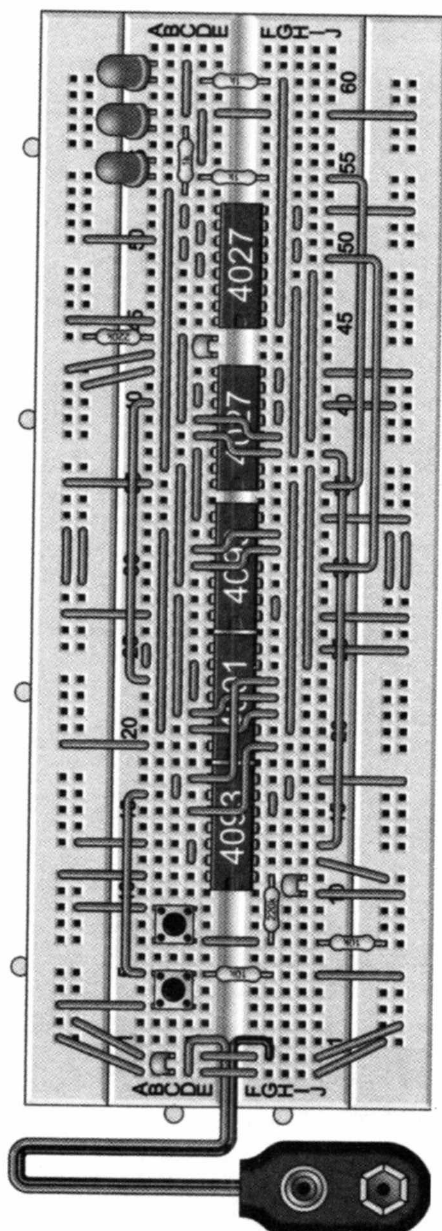


شکل ۷-۵ مدار شمارنده‌ی صعودی - نزولی

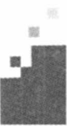
کنترل جهت شمارش به توسط کلید S۲ صورت می‌پذیرد. از آن جائی که وضعیت منطقی 010101، هر دو شمارش صعودی و نزولی را سِت می‌کند، اولین طبقه‌ی شمارنده نباید هیچ تغییری پیدا کند. برای شمارش نزولی در طبقه بعدی، شرایط شمارش معکوس می‌گردد. وقتی

تمام طبقات قبلی در وضعیت 0 هستند، یک تغییر وضعیت خروجی در پالس‌های بعدی، باعث می‌شود که J و K، 1 گردند. یک مدار پیچیده از گیت‌های مختلف این اطمینان را به ما می‌دهد که وقتی S۲ فشار داده می‌شود، وضعیت J و K معکوس می‌گردد. این مسئله را می‌توان با آزمایش کردن ترازهای IC5.A , IC4.B عملاً مشاهده نمود. برای اینکار از یک LED دیگر که یک مقاومت سری ۱ کیلو اهم هم دارد، سود بجوئید.

در این مدار بیهوده به دنبال یک کلید ری‌ست نگردید چون چیزی عایدتان نمی‌شود! به جای آن، یک مدار ری‌ست کننده‌ی خودکار شامل R۴ و C۲ پیش‌بینی شده است. با اعمال ولتاژ، یک پالس تقریباً ۲۰ میلی‌ثانیه‌ای تحریک می‌گردد. تنها پس از شارژ C۲ از طریق R۴ است که تراز 0 به ورودی R باز می‌گردد.



شکل ۸ـ۵ چیدمان قطعات در شمارندهٔ صعودی نزولی سه بیتی

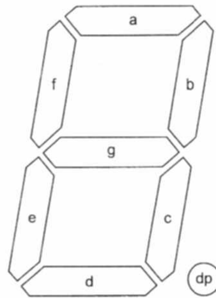


فصل ششم
نمایش اعداد

بـا وجـود آنکه در فنـاوری دیجیتالی از بیت‌های باینری 1 و 0 اسـتفاده می‌شـود، در کارهای روزمره، از سیسـتم اعشاری یعنی ارقام ۰ تا ۹ سود می‌جوئیم. برای اینکه بین این دو سیستم پُلی بزنیم، از نمایشـگر هفت قطعه‌ای که قادر به نمایش همه‌ی ارقام معمول است، استفاده می‌کنیم. هفت LED ، هفت قطعه‌ی منوری را که ترکیبات مختلف آن‌ها قادر به نمایش همه ارقام هستند، راه‌اندازی و تغذیه می‌نمایند.

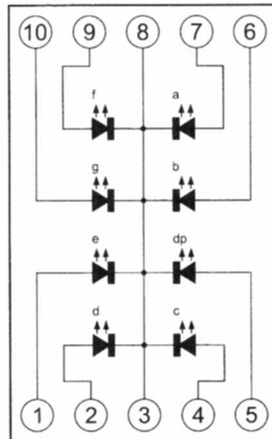
۶ـ۱ قطعات مولد ارقام

نمایشـگر هفت قطعه‌ای LD۱ از هشـت LED با یک اتصال کاتد مشـترک (پایه‌های ۳ و ۸) تشـکیل گردیده اسـت. هفت LED در صفحه‌ی نمایشـگر بـا ترتیب خاصی قـرار گرفته‌اند و در صـورت لزوم یک ممیز اعشـاری نیز به آنها اضافه می‌گردد. طبـق روال LED های معمولی، هر LED داخلی به یک مقاومت سری نیاز دارد.

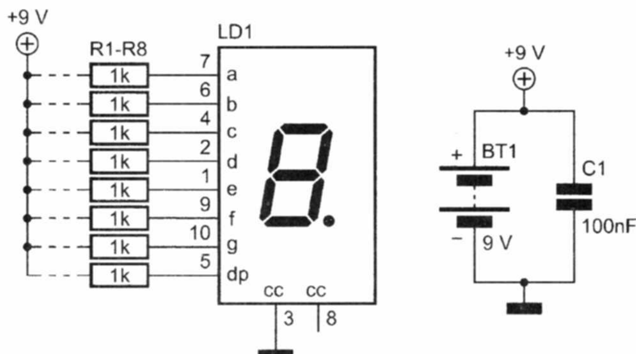


(dp نشان‌دهنده‌ی ممیز اعشاری است.)

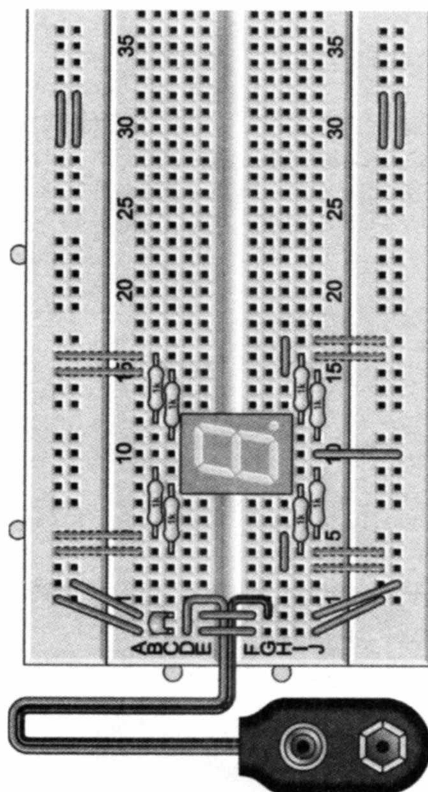
شکل ۱ـ۶ نحوه‌ی چیدمان قطعات در کنار هم



شکل ۲ـ۶ ترتیب قرارگیری پایه‌ها



شکل ۳ـ۶ نحوه‌ی سیم‌بندی نمایشگر هفت قطعه‌ای



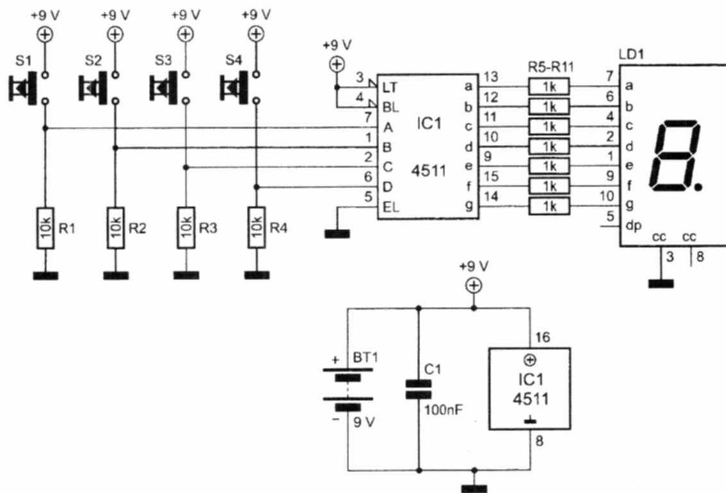
شکل ۴ـ۶ چیدمان قطعات در مدار نمایشگر هفت قطعه‌ای

قطعات مختلف نمایشگر با حروف a تا g نامگذاری شده‌اند. بالاترین قطعه a بوده و به ترتیب و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت، از b تا f ادامه یافته و قطعه میانی g نام دارد. ابتدا سیم‌های تمام قطعات را وصل کنید. به این ترتیب یک عدد 8 را ملاحظه خواهید کرد. سیم متصل به قطعه g یعنی پایه‌ی ۱۰ را قطع کنید. عدد 0 ظاهر می‌شود. به این ترتیب با قطع و وصل کردن سیم‌های مختلف قادر به نمایش ارقام گوناگون خواهید بود. مثلاً روشـن شده قطعات c,b,a موجب نمایش عدد 7 و روشـن شـدن c,b، عدد 1 و غیره خواهد شـد. با این روش، حتی نمایش برخی از حروف الفبا نیز امکان‌پذیر بوده و می‌توانید برخی از کاراکترهای ویژه‌ای را نیز تعریف کنید.

۲ ـ ۶ دکودر یا رمزگشای هفت قطعه‌ای

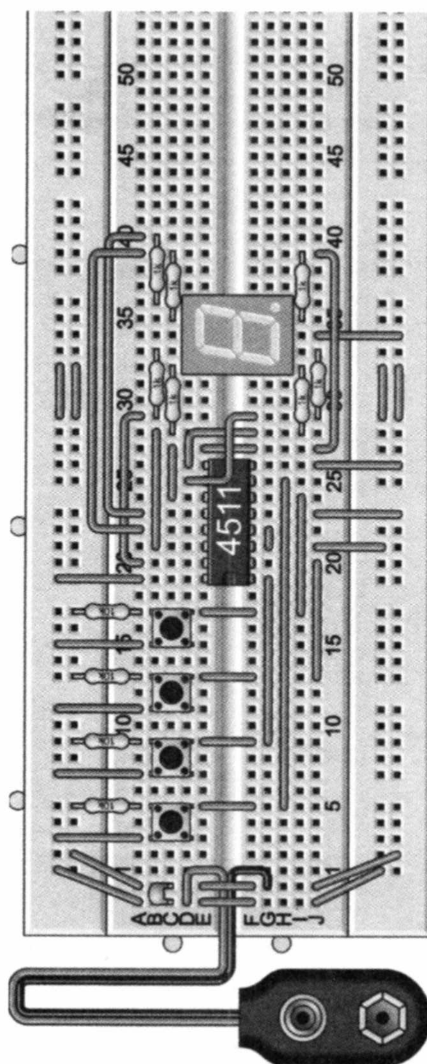
رمزگشای هفت قطعه‌ای ۴۵۱۱، یک عدد باینری ۴ بیتی را به الگوی مناسب برای راه اندازی و تغذیه یک نمایشـگر هفت قطعه‌ای، مبدل می‌سـازد. با اسـتفاده از چهار کلیـد S۱ تا S۴، یک

ورودی ۴ بیتـــی ایجـاد کرده و از آنها برای کنترل چهار ورودی A تا D اســتفاده کنید . از آن جائی که خروجی‌ها، اکتیو هســتند، پایه‌های BL و LT آی‌ســی باید به V_{CC} و پایه‌ی EL آن به GND (زمیـن) متصـل گردند. پایــه‌ی ورودی LT (آزمایش لامپ) بـرای اطمینان از سـالم بودن کلیه قطعات نمایشـگر هفت قطعه‌ای پیش‌بینی شده است و به همین ترتیب پایه BL (خلاصه شده‌ی BLANK به معنی سفید و خالی و تهی) باعث خاموش ماندن همه‌ی قطعات می‌گردد. وقتی پایه EL (از اول کلمات enable latch به معنی فعال‌ساز نگهدارنده)، L است، آی‌سی ۴۵۱۱، دیتای موجود در ورودی‌های خود را به ثبات ورودی، متصل می‌سازد.



شکل ۵-۶ استفاده از رمزگشای هفت قطعه‌ای

نمایشگر قادر به ارائه کلیه الگوهای بیت ممکن بین «0000» یعنی ۰ و «1001» یعنی ۹ می‌باشد. مقادیر بیشــتر از ۹ نمایش داده نمی‌شــوند. هنگام وارد کردن این ارقام باینری، توجه داشته باشید که کلید S1 مربوط به بیت‌های با کمترین ارزش، در سمت چپ واقع شده ولی نشان‌دهنده‌ی رقم باینری قسمت راست (رقم یکان) می‌باشد.

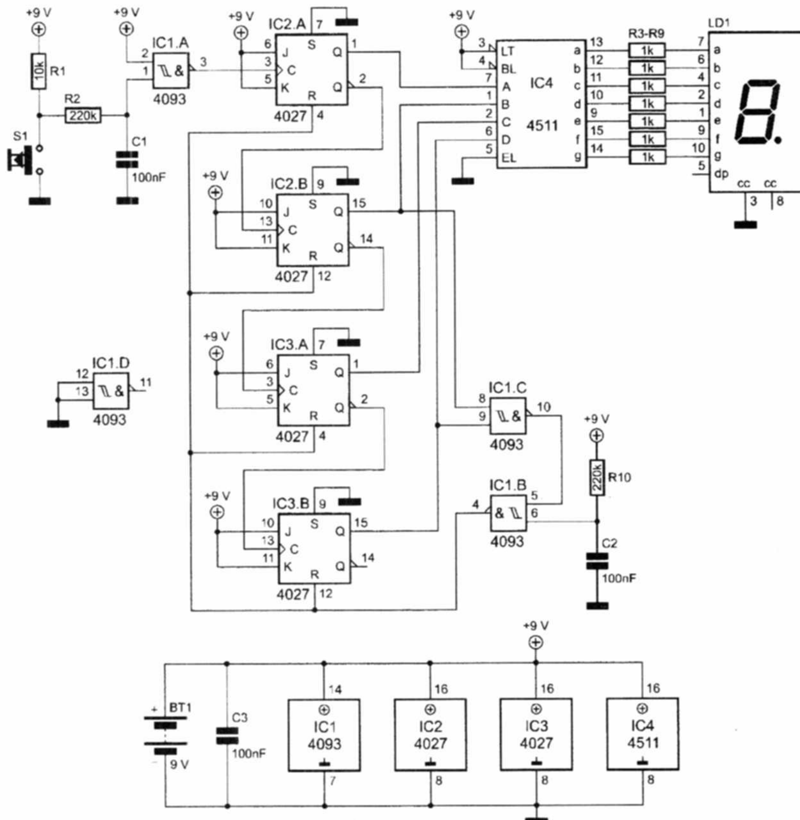


شکل ۶ـ۶ *چیدمان قطعات در نمایشگر با ورودی ۴ بیتی*

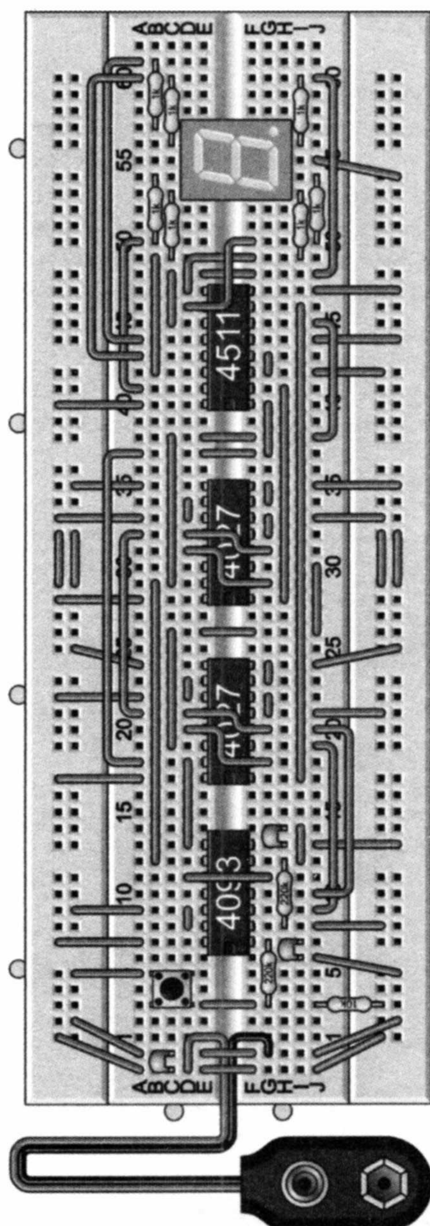
۶ـ۳ شمارنده‌ی صعودی ۰ تا ۹

شمارنده‌ی باینری غیرهمزمان قسمت ۲ـ۵ و نمایشگر و رمزگشای هفت قطعه‌ای را با هم ادغام کنید. یک خصوصیت این مدار آن است که فقط ارقام بین ۰ و ۹ مجاز بوده و پذیرفته می‌شوند. به این دلیل، عدد ۱۰ (1010) با استفاده از IC1 رمزگشائی شده و برای ایجاد یک پالس ری‌ست به کار می‌رود. وقتی شمارنده در وضعیت ۹ است، پالس ساعت بعدی، شمارنده را به حالت صفر،

ری‌ســت می‌کند. برای اینکه با اعمال تغذیه به مدار، شمارنده همیشه کار خود را از صفر آغاز کند، با اســتفاده از یک مدار RC (شــامل C۲ و R۱۰)، یک مدار ری‌ســت کننده ایجاد می‌شود که پالس ری‌ست کننده‌ی خودکاری را تولید می‌نماید. اکنون به کمک کلید S۱ می‌توانید به ترتیب از ۰ تا ۹ را شمارش نمائید.



شکل ۷ـ۶ شمارنده‌ی ۰ تا ۹

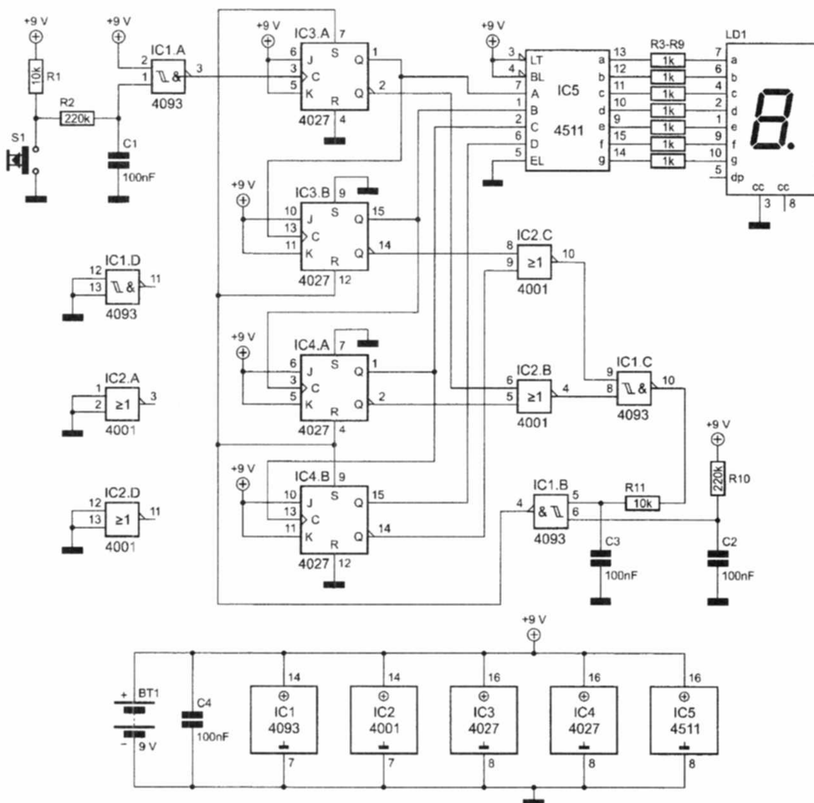


شکل ۸ـ۶ چیدمان قطعات در شمارنده‌ی صعودی

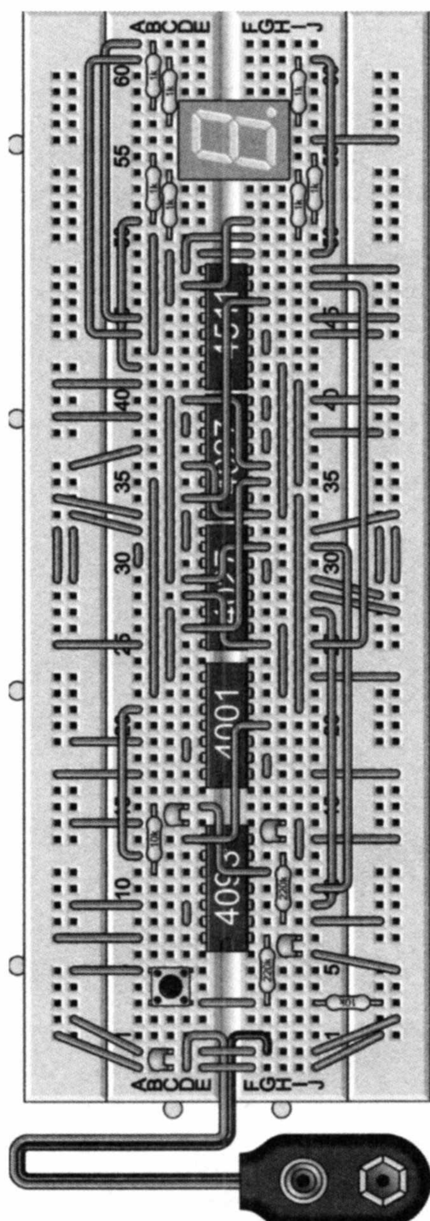
۴ـ۶ شمارنده‌ی نزولی ۹ تا ۰

این شمارنده، شمارش خود را به صورت معکوس و از ۹ تا ۰ انجام می‌دهد. شمارنده‌ی غیرهمزمان ۴ بیتی به گونه‌ای مورد استفاده واقع شده که به جای خروجی $\overline{Q}$ به کار رفته در شمارنده صعودی، خروجی Q، ورودی پالس ساعت بعدی را تغذیه می‌نماید. کلید ری‌ست، شمارنده را روی عدد اولیه‌ی 1001 (اعشاری ۹) قرار می‌دهد. وقتی یک سرریز منفی از «0000» به «1111» رخ می‌دهد، مدار به عدد ۹، ری‌ست می‌گردد. R۱۱ و C۳ یک فیلتر پائین‌گذر را ایجاد می‌کنند.

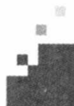
فیلتر مزبور از ری‌ست شدن زود هنگام ناشی از وضعیت انتقالی و کوتاه مدت میانی شمارنده‌ی غیرهمزمان، ممانعت به عمل می‌آورد.



شکل ۹ـ۶ مدار شمارنده‌ی نزولی غیرهمزمان



شکل ۱۰-۶ چیدمان قطعات در مدار شمارنده‌ی نزولی



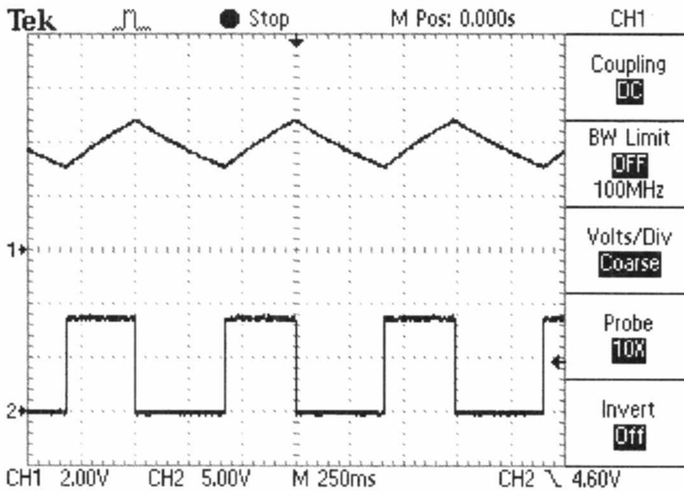
فصل هفتم

نوسان‌سازها

نوسان‌سازها مداراتی هستند که به صورت خودکار، پالس تولید می‌کنند. یک نوسان‌ساز دیجیتالی، سیگنال خروجی مربعی ایجاد می‌کند که بین وضعیت‌های 1 و0، تغییر می‌نماید. متناسب با فرکانس، از نوسان‌سازها می‌توان در چشمک‌زن‌ها یا مولدهای تُن سود جست.

۱-۷ چشمک‌زن

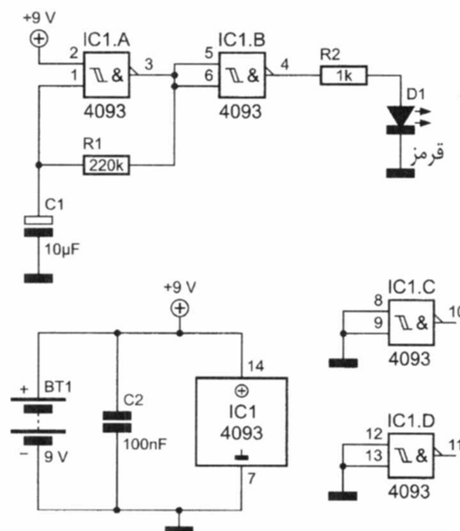
اشمیت تریگر داخل ۴۰۹۳، که جلوتر، از آن برای لرزش گیری کلید استفاده کردیم، برای به کارگیری در یک مدار نوسان ساز ساده هم مناسب است. وقتی ولتاژ ورودی به کمتر از $^{۱}/_{۳}$ ولتاژ کار (V_{CC}) می‌رسد، خروجی گیت، 1 شده (فراموش نکنید که خروجی معکوس شده است) و فقط وقتی به 0 بر می‌گردد که ولتاژ ورودی بیش از $^{۲}/_{۳}\ V_{CC}$ باشد.



شکل ۱ـ۷ وضعیت و نمودار ولتاژ در ورودی و خروجی اشمیت تریگر

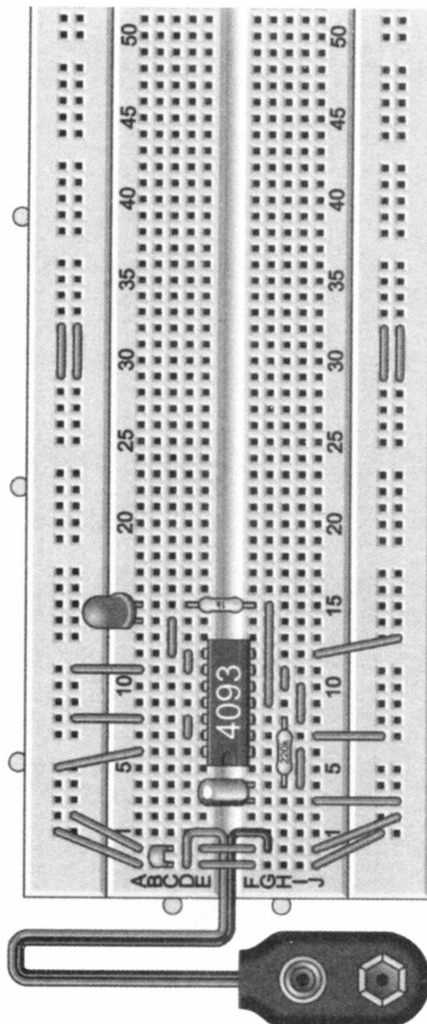
بـا قرار دادن یک خـازن در ورودی و مقاومت فیدبک بین خروجی و ورودی، در خروجی یک موج مربعی خواهیم داشـت. با داشـتن ۹ ولت ولتاژ تغذیه، خازن مرتباً تا ۶ ولت شارژ و سپس تا ۳ ولت دِشارژ می‌گردد.

فرکانس خروجی نوسان‌ساز به اندازه‌ی خازن شارژشونده‌ی C۱ و مقاومت فیدبک R۲ بستگی دارد.



شکل ۲ـ۷ استفاده از نوسان ساز در نقش چشمک زن

به عنوان یک حدس تقریبی، می‌توانیم از ثابت زمانی T= R.C استفاده کنیم. اگر مقاومت به کار رفته ۲۲۰ کیلواهم و خازن مصرف شده ۱۰ میکروفاراد باشند، در این صورت زمان به دست آمده ۲/۲ ثانیه خواهد بود. از آن جایی که مدار نوسان‌ساز همیشه فقط تا حد مابین ۱/۳ و ۲/۳ ولتاژ کلی شارژ می‌شود، نتیجه، دو برابر سریع‌تر خواهد بود. برای زمان تقریبی ۱ ثانیه، نوسان‌ساز، یک وضعیت 1 را ایجاد کرده و در ثانیه‌ی بعدی، یک 0 تولید خواهد نمود. به این ترتیب در هر دقیقه، ۳۰ پالس خواهیم داشت. در این جا، پالس تولید شده به توسط IC1.A به توسط IC1.B معکوس شده و به یک LED تغذیه می‌گردد. نتیجه کلی چشمک‌زدن آهسته‌ی LED خواهد بود.



شکل ۳ـ۷ *چیدمان قطعات در مدار چشمک‌زن*

۷ـ۲ چشمک‌زن با فلیپ فلاپ

این مدار از یک فلیپ‌فلاپ و دو LED ساخته شده و از یک وارونساز یعنی IC1.C نیز استفاده می‌کند. با وصل کردن مدار، D۲ و D۱ به تناوب روشن و خاموش می‌شوند.

شکل ۴ـ۷ *چشمک‌زن با فلیپ فلاپ*

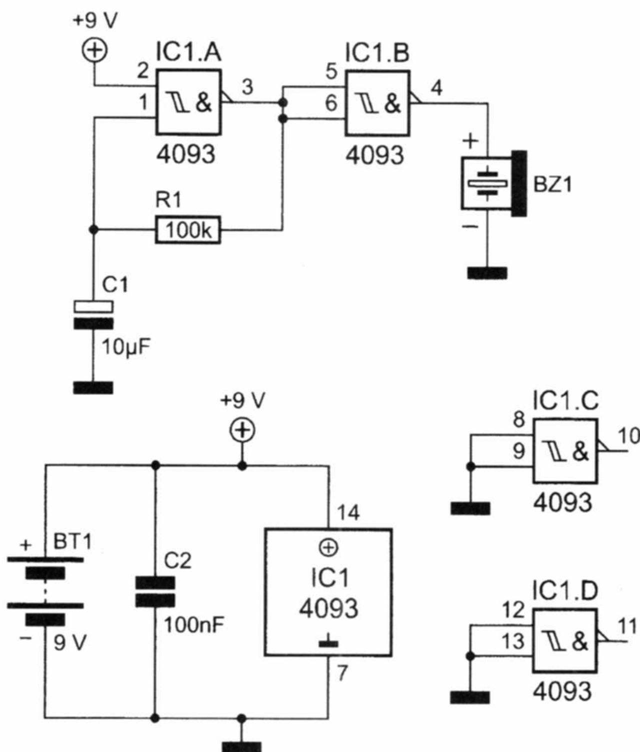
شکل ۵ـ۷ *چیدمان قطعات در چشمک‌زن با فلیپ فلاپ*

۷ـ۳ مترونوم

یک موسیقی‌دان برای ایجاد سازگاری و سنجش صوتی زمان، از مترونوم استفاده می‌کند. در این آزمایش، ما به جای بلندگو از یک مبدل پیزوالکتریک سود جسته‌ایم. مبدل یاد شده را می‌توان بدون بهره‌گیری ازیک مقاومت، مستقیماً به خروجی یک آی‌سی CMOS متصل نمود زیرا از نظر الکتریکی، مانند خازنی عمل می‌کند که ظرفیتی در حدود ۲۰ نانوفاراد دارد. جریان، با وجود یک لبه‌ی پالس، در مدار جاری شده و با ثابت بودن تراز ولتاژ به صفر برمی‌گردد.

تغییرات تراز تولید شده به توسط این مدار در حدود ۱۲۰ بار در دقیقه می‌باشد.

هر تغییر، به شکل یک کلیک یا تیک به گوش کاربر یا موسیقی‌دان می‌رسد. برای اینکه صدای تولید شده قابل شنوائی باشد، استفاده از یک غشاء یا تشدیدکننده ضروری است. برای بهتر شدن صدا، مبدل پیزوالکتریک را به یک تکه مقوا یا چوب بچسبانید.

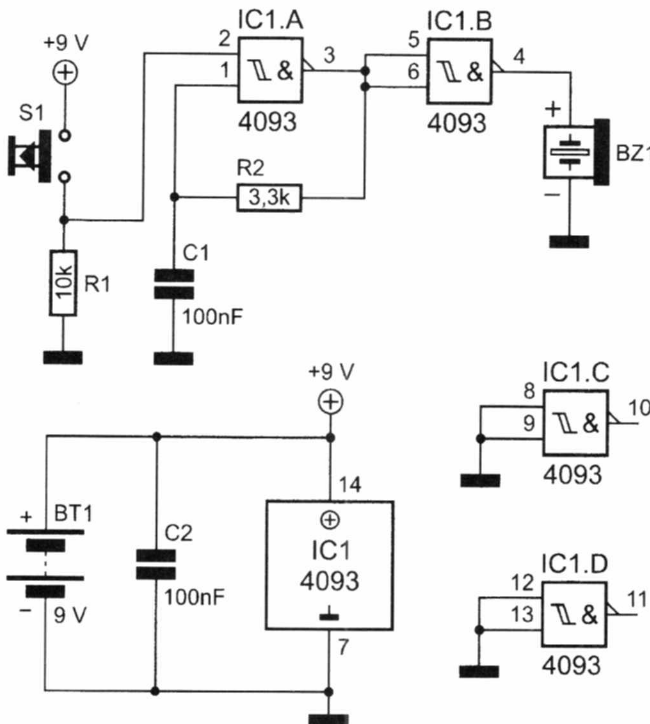


شکل ۶ـ۷ مدار مترونوم

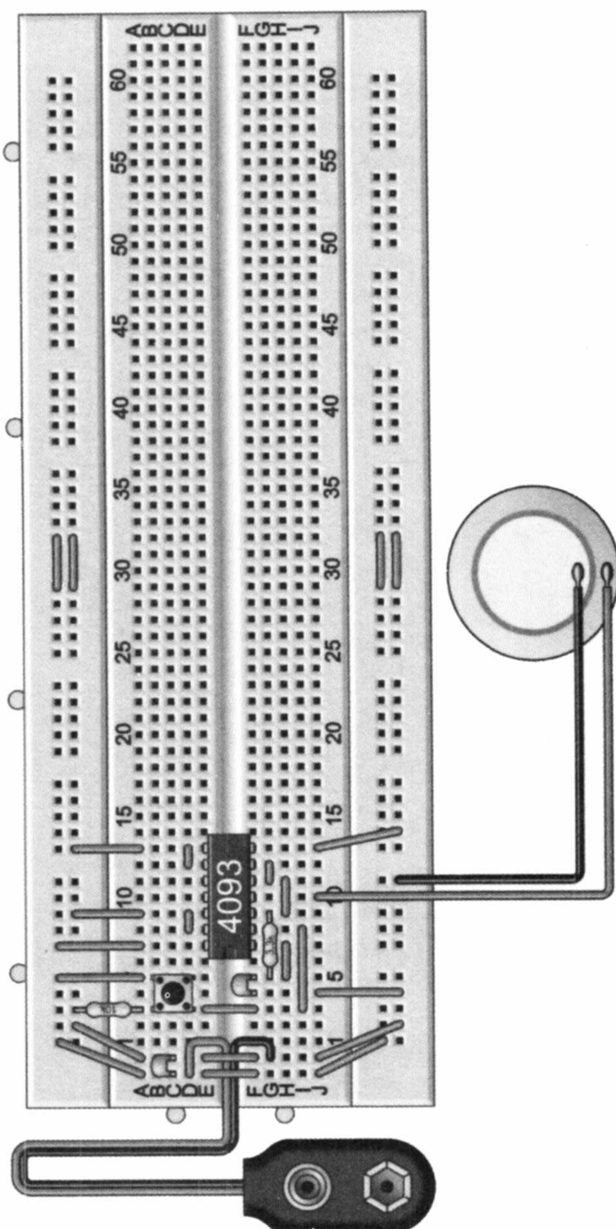
شکل ۷ـ۷ چیدمان قطعات برای ساخت مترونوم

۷-۴ مولد تُن

با یک ترکیب RC مثل مقاومت ۳/۳ کیلو اهم و خازن ۱۰۰ نانوفاراد، فرکانس خروجی تقریبی نوسان‌ساز ۳ کیلوهرتز بوده و آنقدر به فرکانس تشدید قطعه‌ی پیزو نزدیک هست که به طور واضح قابل شنیدن باشد. برای قطع و وصل کردن نوسان‌ساز از گیت NAND یک ۴۰۹۳ استفاده کرده‌ایم. اگر مدار را بسته و مورد استفاده قرار دهید خواهید دید که کلید S1 به صورت یک کلید مورس عمل می‌کند. به این ترتیب شما دارای یک دستگاه مولد رمزهای مورس شده‌اید!



شکل ۷-۸ مولد تُن



شکل ۹ـ۷ چیدمان قطعات در مدار مولد تُن

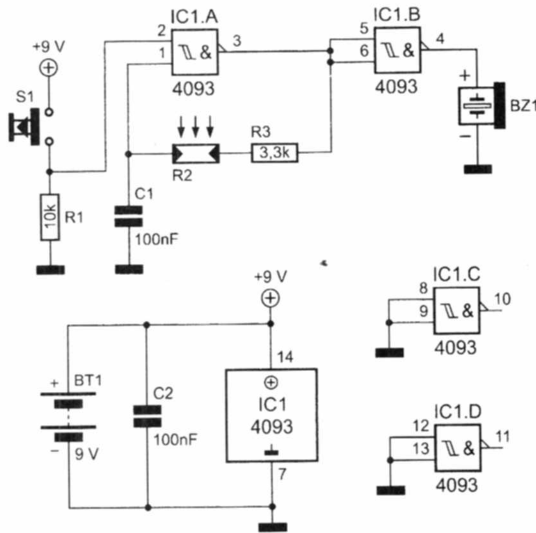
فصل هشتم
کاربردها

فصـول قبلـی به بررسـی مقدماتی اصـول الکترونیـک دیجیتـال اختصاص داشـتند. اکنون کاربردهای عملی ارائه می‌گردند. با اسـتفاده از مدارهای سـاده و آشـنا، مدارات مفید و بیشماری قابل سـاخت خواهند بود. در این جا ما فقط قادر به ارائه تعداد محدودی هسـتیم. ایده‌های شما در مورد این طرح‌ها و اصلاح و گسترش آنها موجب دلگرمی و تشویق ما خواهد شد.

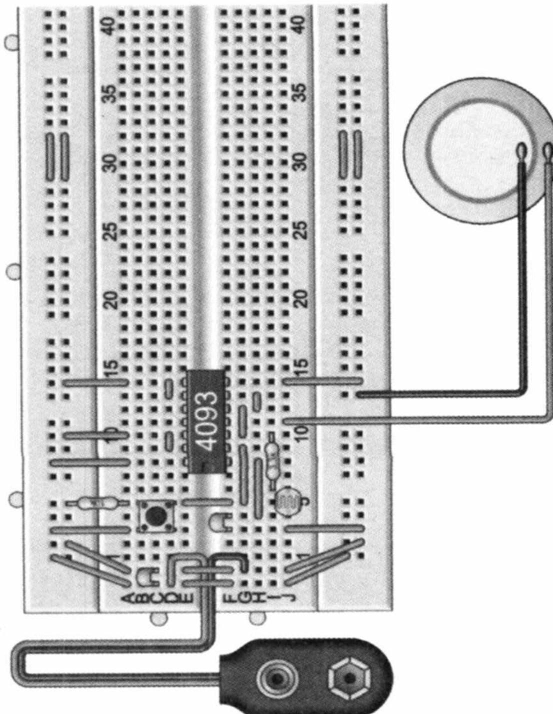
۸ـ۱ تُن با کنترل نوری

اضافه کردن یک مقاومت نوری (LDR) به مولد تن مورس قسمت ۷ـ۴، آن را تبدیل به یک نوسان‌سـاز با کنترل نوری می‌نماید. هر چه شـدت نور بیشتر باشد، فرکانس هم افزونتر می‌گردد. در نور کامل روز، مقاومت سنسـور کمتر از ۱ کیلـو اهم و در تاریکی، مقاومت آن چندین مگا اهم می‌باشد. به این ترتیب، فرکانس نوسان‌ساز دریک گستره‌ی وسیع نوری، کم و زیاد می‌گردد.

با حرکت دادن دست‌تان در مقابل منبع نور و ایجاد روشنائی و تاریکی، سعی کنید یک قطعه‌ی موسیقی بسازید! یک کاربرد جالب دیگر این مدار، بررسی امواج نوری است. ضمن اینکه تغییرات نور طبیعی بسیار آهسته می‌باشد، بسیاری از نورهای مصنوعی سوسوزده و باعث ایجاد نوسان در فرکانس‌هـای این مدار می‌گردند. به ایـن ترتیب، یک صدای ناهنجار و هوم دار که فرکانس‌های مختلفی را در خود دارد، شنیده می‌شود. در مورد نوردهی مصنوعی LDR، اگر به جای لامپ‌های رشته‌ای، از مهتابی استفاده شود، اثر حاصله بسیار ملموس‌تر خواهد بود.



شکل ۱ـ۸ مولد تن با LDR

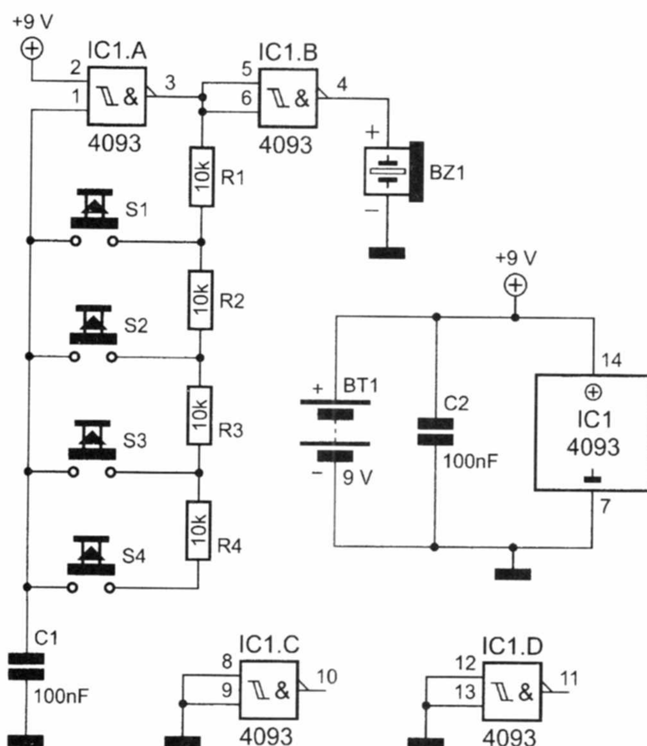


شکل ۲ـ۸ چیدمان قطعات در مدار مولد تُن

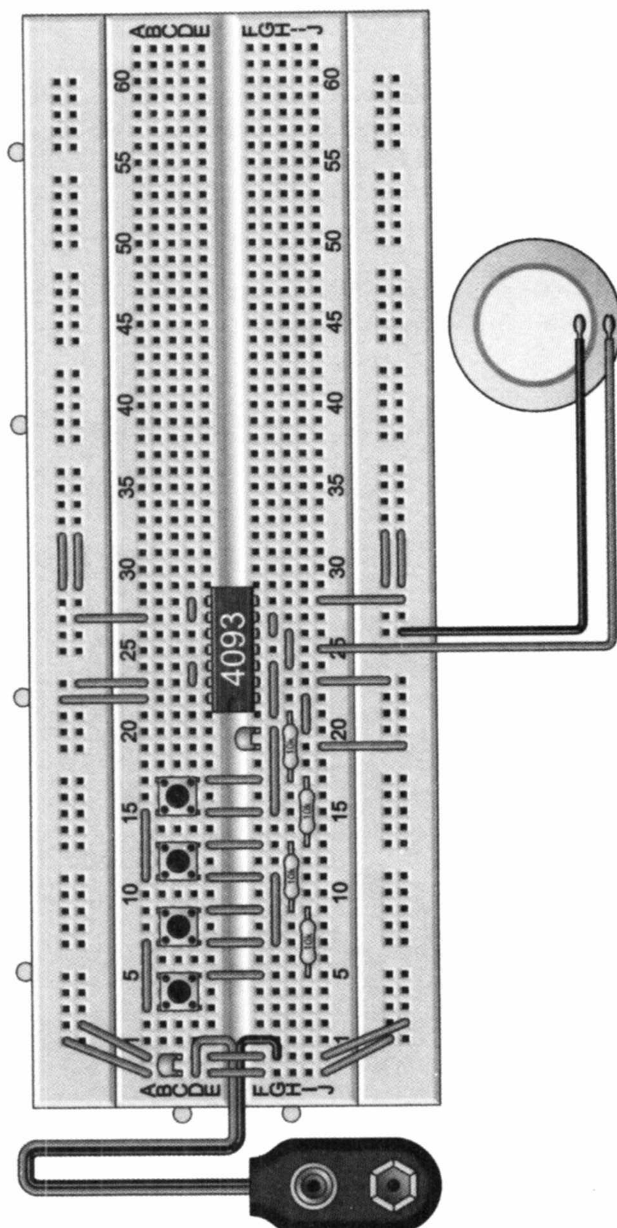
۸ـ۲ اُرگ کوچک

بـا تغییـر دادن اندازه مقاومت فیدبک، می‌توانید فرکانس مدار را تغییر داده و در واقع یک اُرگ الکترونیکی ساده بسازید. چهار کلید فشاری S۱ تا S۴، به ترتیب مقاومت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ کیلو اهم را وارد مدار می‌کنند. بنابراین اُرگ ما دارای ۴ تُن مختلف خواهد بود که البته با هیچ معیار موسیقی همخوانی نداشته و صرفاً اصول کار را نمایش می‌دهد.

البته با اسـتفاده از مقاومت‌های دیگر یا حتی به کارگیری پتانسـیومتر (مقاومت قابل تنظیم) و همچنین کلیدهای بیشتر، اُرگ واقعی‌تر و بهتری خواهید داشت.



شکل ۸ـ۳ اُرگ کوچک یا مولد تُن با چهار آوای مختلف

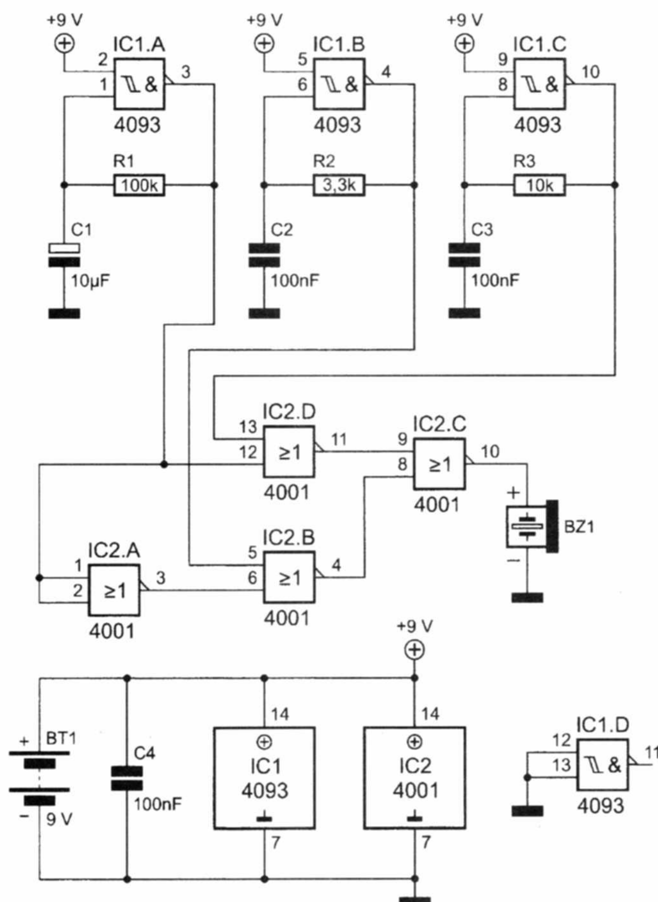


شکل ۴ـ۸ چیدمان قطعات در مدار اُرگ کوچک

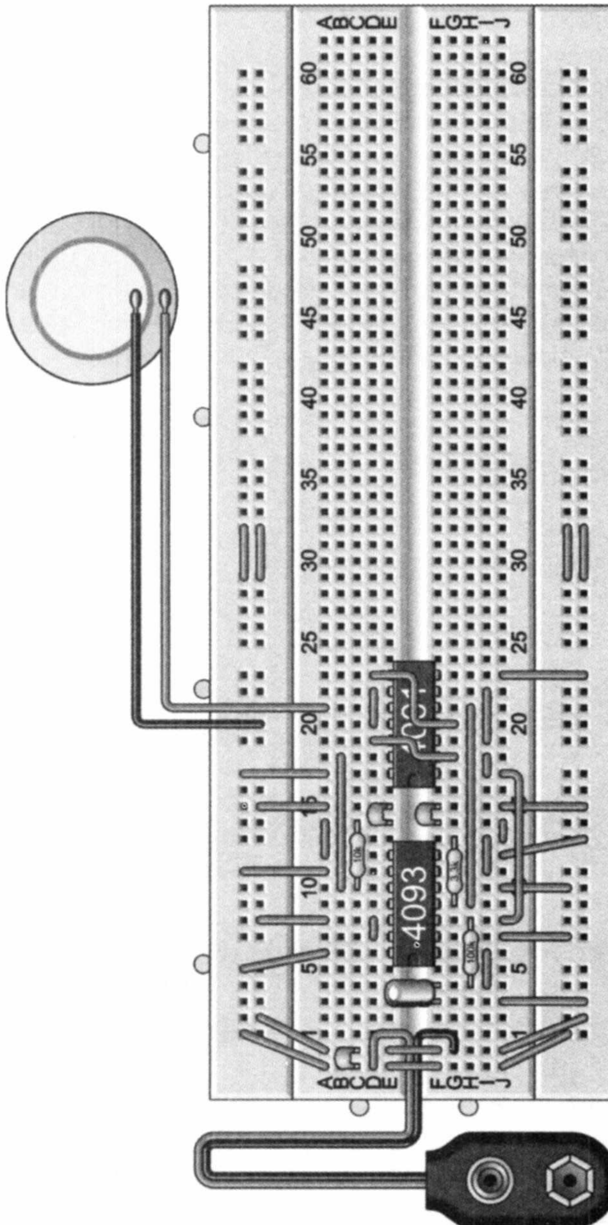
۳ ـ ۸ آژیر

این آژیر صدائی تولید می‌کند که بین دو فرکانس، بالا و پائین می‌رود. برای ساخت این مدار به سه نوسان‌ساز نیاز خواهیم داشت. IC1.B تُن بالا و IC1.C تُن پائین را تأمین کرده و یک نوسان‌ساز دیگر یعنی IC1.A، یک موج مربعی آهسته را ایجاد می‌کند که دو تن یاد شده را به ترتیب قطع و وصل می‌نماید.

مدار شامل چهار گیت NOR می‌باشد و IC2.A نقش وارونساز را ایفا می‌کند. هر زمان که یکی از آی‌سی‌های IC2.B یا IC2.D، سیگنال سویچینگ 0 را دریافت کنند، تُن خاص خود را تولید می‌نمایند. با شرایط موجود مدار، در آن واحد، فقط یکی از آنها فعال می‌شود. IC2.C، دو سیگنال را با هم تلفیق می‌کند.



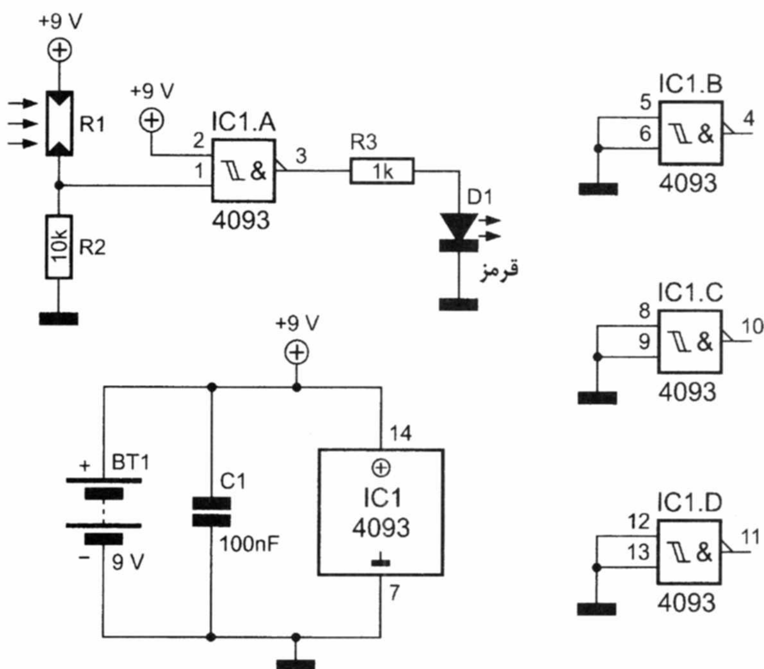
شکل ۵ـ۸ *کلیدزنی یا سویچینگ بین دو تُن مختلف*



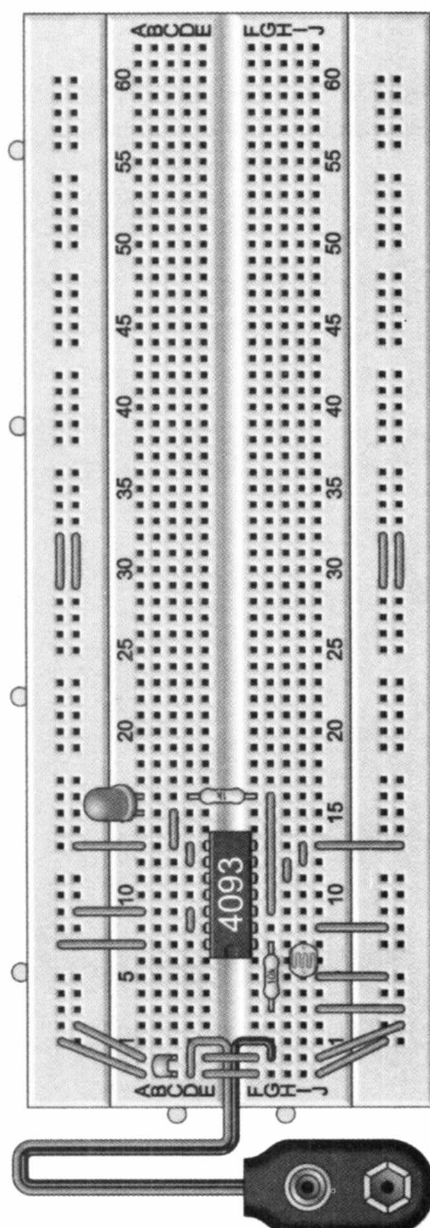
شکل ۶ـ۸ چیدمان قطعات در مدار آژیر

۸ـ۴ کلید نوری

وقتی فضای محیط تاریک باشد، LED ی مدار روشن شده و با روشن شدن محیط، خاموش می‌گردد. نتیجه یک روشنائی شبانگاهی خودکار است. در ورودی اشمیت تریگر، یک سنسور نوری R۱ و یک مقسم ولتاژ R۲ قرار داده شده است. ولتاژ می‌تواند هر عددی بین تقریباً صفر (تاریکی مطلق) و حدوداً ۹ ولت (روشنائی کامل) باشد. از این سیگنال آنالوگ ورودی برای ایجاد یک سیگنال دیجیتالی معکوس شده استفاده می‌شود. به دلیل وجود پدیده پسماند سویچینگ یعنی اختلاف ولتاژ بین آستانه‌های فعال و غیرفعال شدن ۴۰۹۳، این اطمینان حاصل می‌شود که در تاریکی یا روشنائی‌های متوسط و بینا بینی، LED، حالت سوسوزدگی نخواهد داشت.



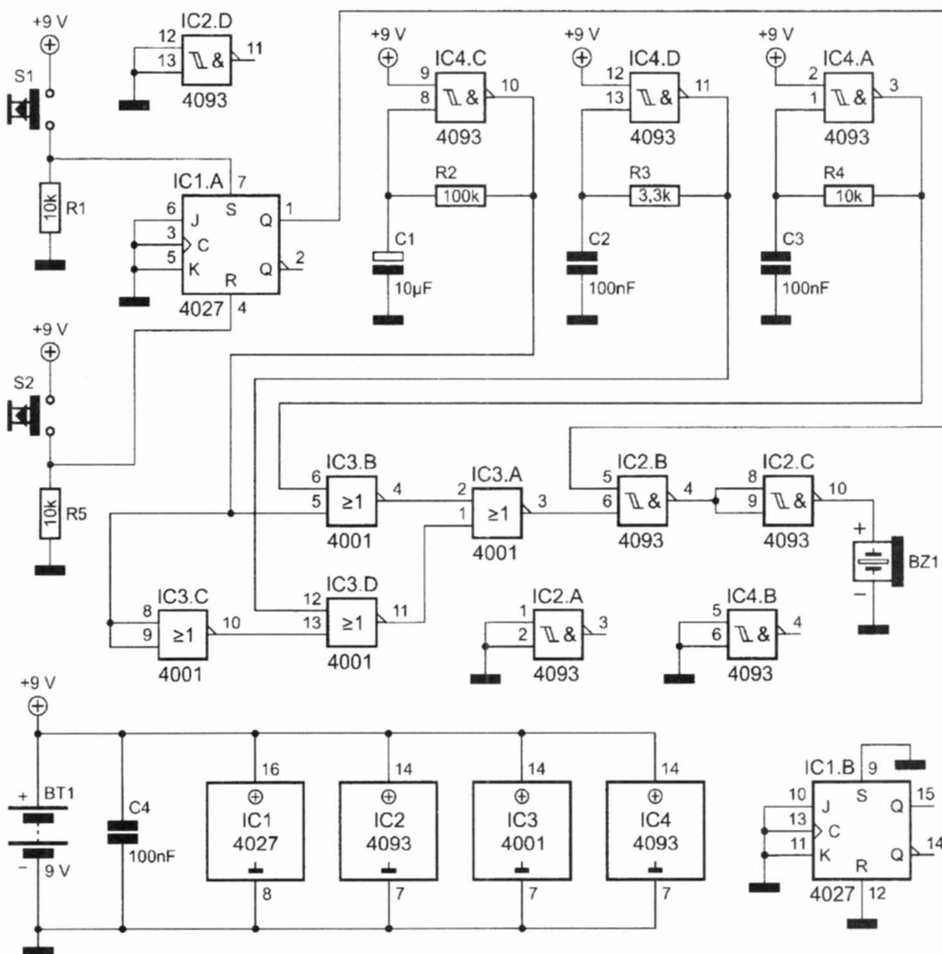
شکل ۷ـ۸ مدار کلید نوری



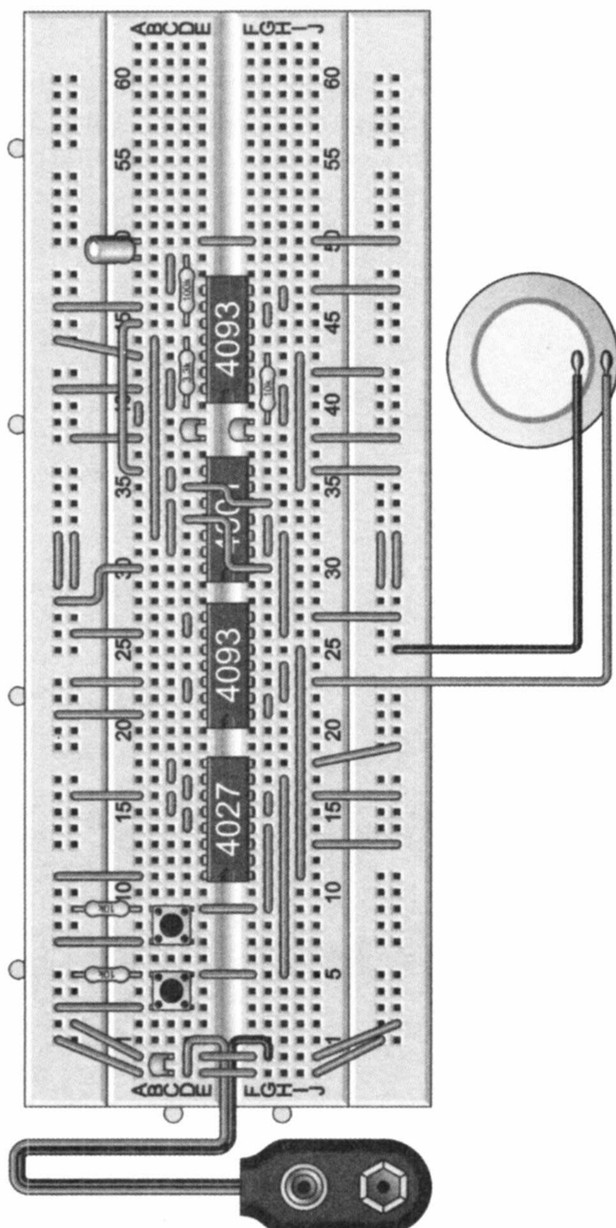
شکل ۸ـ۸ چیدمان قطعات در مدار کلید نوری

۵ ـ ۸ سیستم هشداردهنده

آژیر قسمت ۳ـ۸ را می‌توان دریک سیستم هشداردهنده مورد استفاده قرار داد. مدار فقط زمانی شروع به پخش تُن می‌کند که یک هشداردهنده تحریک شده باشد. وقتی Q، 1 شود، فلیپ‌فلاپ RS یعنی IC1.A هشداردهنده را از طریق گیت NAND یعنی IC2.B، فعال می‌سازد. S۱، آژیر را روشن و S۲ آن را خاموش می‌کند. به جای S۱ می‌توان از یک فیوز اتوماتیک مینیاتوری یا مثلاً یک کلید فشاری «لا ـ دری» استفاده نمود.



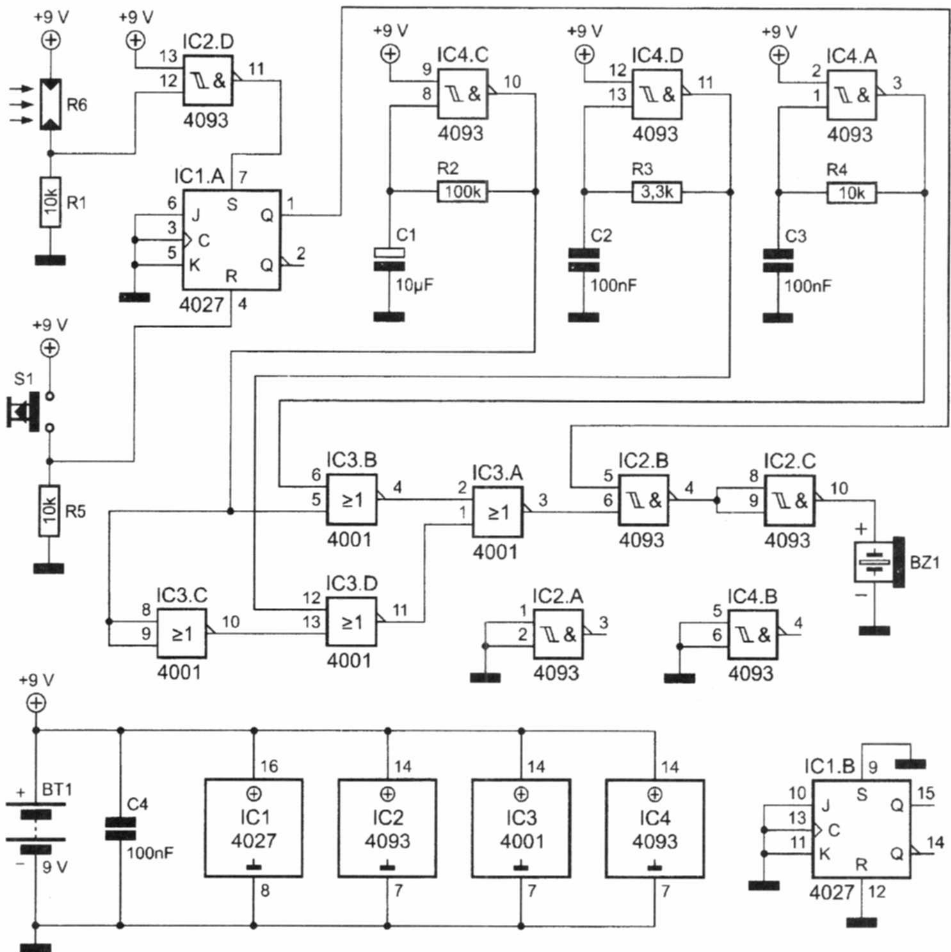
شکل ۹ـ۸ مدار سیستم هشداردهنده (آژیر کلیددار)



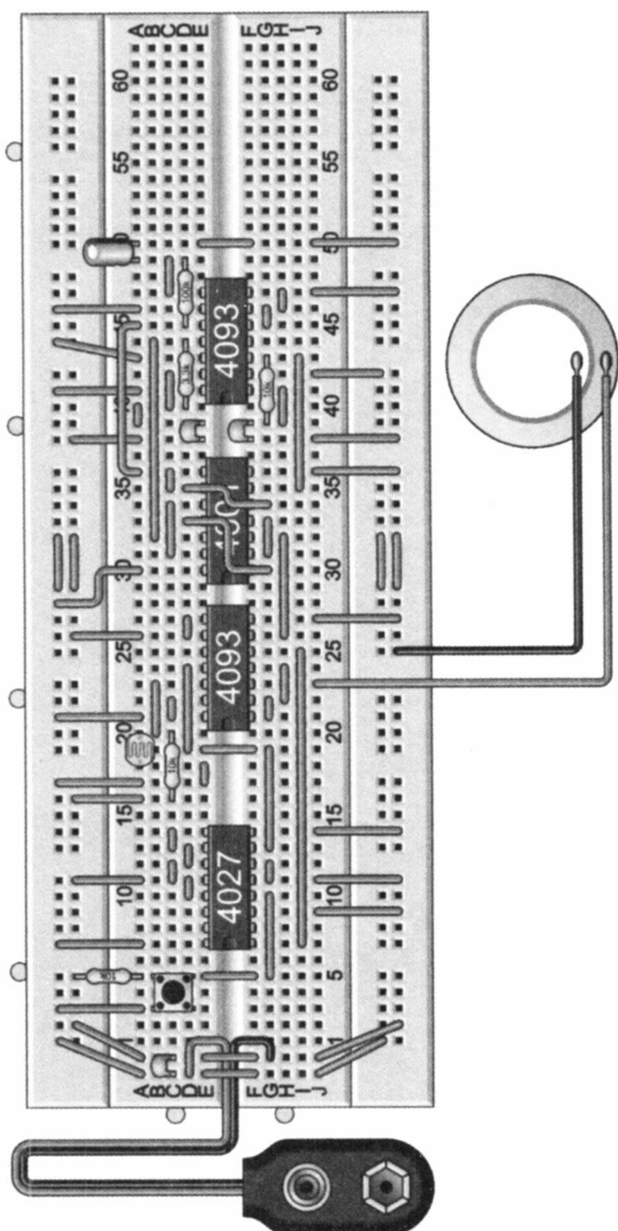
شکل ۱۰ـ۸ چیدمان قطعات در مدار سیستم هشداردهنده

۸ـ۶ سیستم هشداردهنده فعال‌شونده با نور

در این جا سیستم هشداردهنده‌ی قسمت قبلی را گسترش داده و حالت فعال شوندگی با نور را به آن افزوده‌ایم. در شرایط عادی، LDR (مقاومت نوری) R۶، نور لازم را دریافت می‌کند. وقتی سنسـور نوری را عمداً تاریک کنیم، ولتاژ در R۱ افت کرده و خروجی IC2.D، 1 شـده و باعث به صدا در آمدن هشداردهنده می‌شود. برای خاموش کردن سیستم کافی است شستی S۱ فشار داده شود.



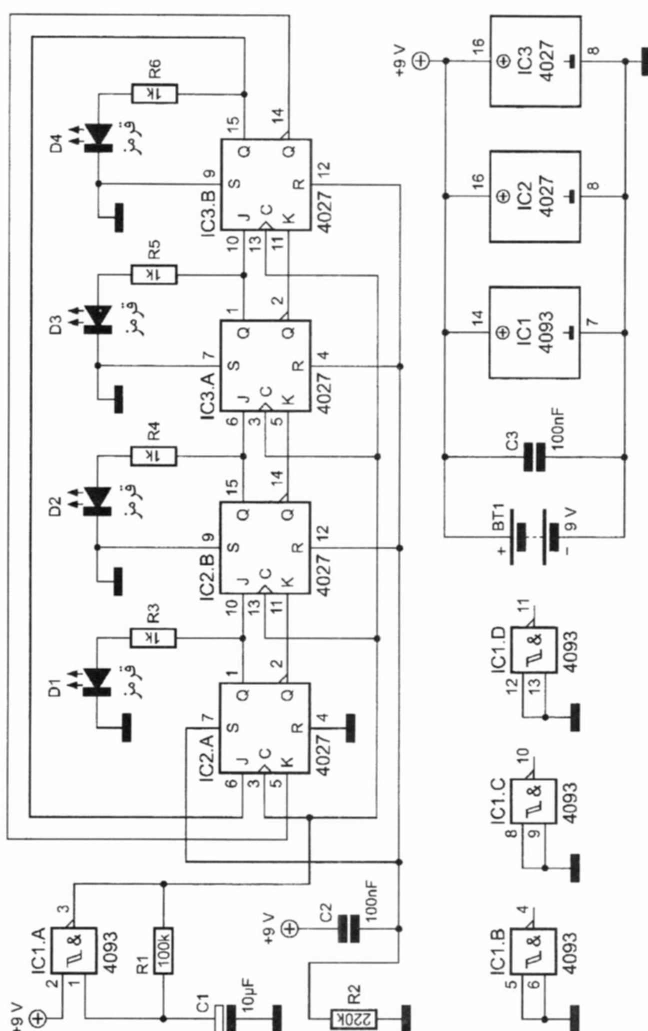
شکل ۱۱ـ۸ مدار سیستم هشداردهنده فعال شونده با نور



شکل ۱۲ـ۸ چیدمان قطعات در مدار سیستم هشدار دهنده فعال شونده با نور

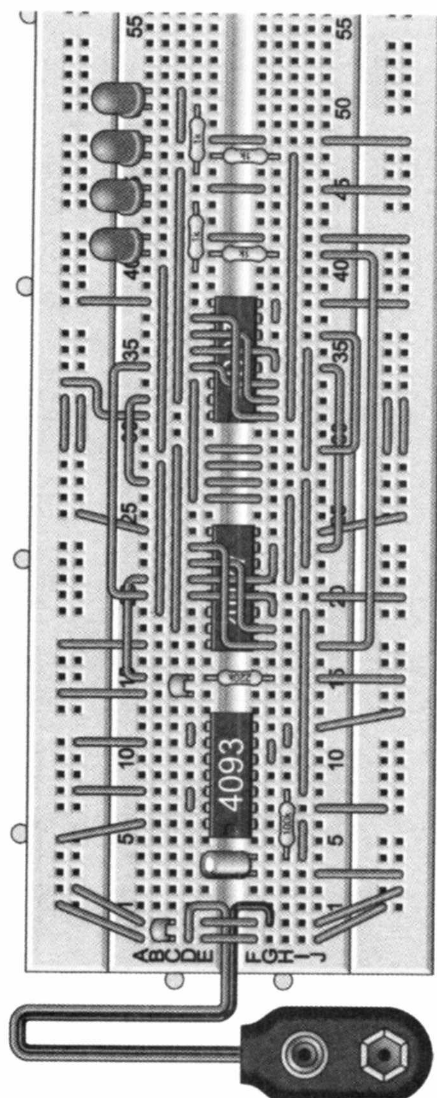
۷ـ۸ نور متحرک

این مدار از یک شیفت رجیستر چهارطبقه که به وسیله‌ی IC1.A یعنی مولد پالس ساعت کنترل می‌گردد، استفاده می‌کند. یک مدار ری‌ست کننده‌ی ویژه، یک حالت اولیه خاص را تأمین می‌نماید یعنی IC2.A(در S) ست شده و تمام طبقات دیگر (در R) ری‌ست می‌گردند. لذا D۱، در ابتدا روشن است. با اعمال هر پالس ساعت، وضعیت 1 منطقی، یک مرحله به سمت راست جابجا می‌شود. پس از عبور از D۴، چون چهار طبقه‌ی یاد شده به صورت یک شیفت رجیستر چرخه‌ای به هم متصل شده‌اند، کار مجدداً از D۱ آغاز می‌گردد.

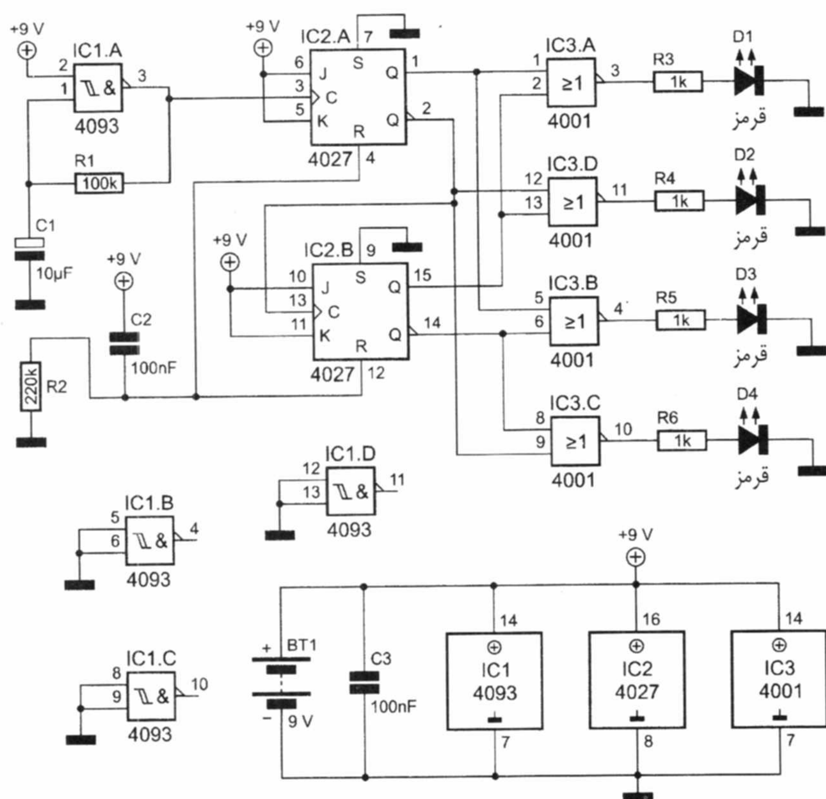


شکل ۱۳ـ۸ مدار نور متحرک با شیفت رجیستر چرخه‌ای

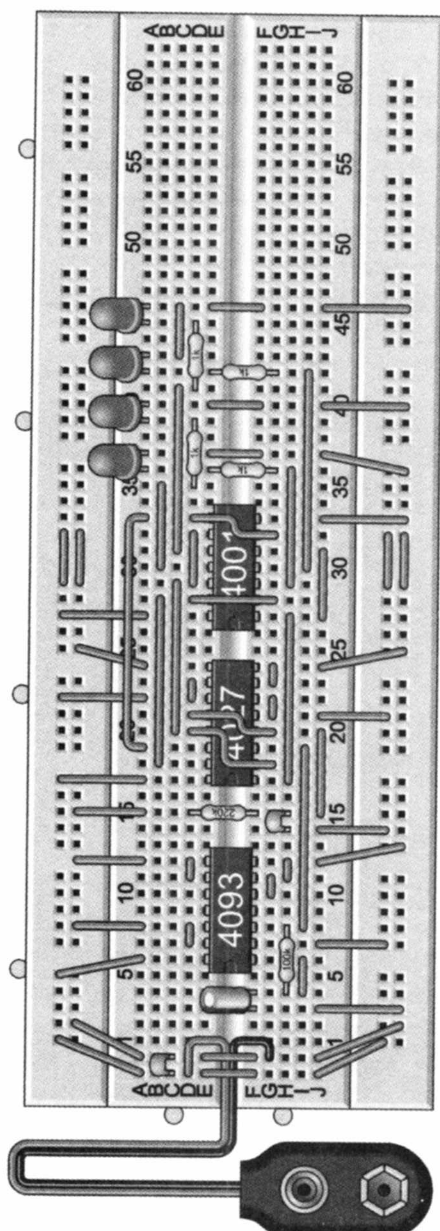
ایــن مدار را با همان نتیجه نهائی می‌توان به شــکل کاملاً متفاوتی هم طراحی کرد. این دفعه از یک شــمارنده باینری غیرهمزمان دو بیتی استفاده می‌کنیم. حالت‌های خروجی به شکل اعداد باینری: «00»، «01»، «10» و «11» می‌باشند. چهارگیت NOR، این حالت‌ها را رمزگشائی می‌کنند. IC3.A فقط وقتی سـویچ می‌کند که ورودی به صورت 0 و 0 باشـد. IC3.D در دومین وضعیت یعنی «01» ست شده و چون ورودی بالائی آن به خروجی Q از IC2.A متصل است، گیت NOR بـه جـای «00» وضعیت را به شـکل «01» دریافت می‌کنـد. و به همین طریـق، بقیه‌ی گیت‌های رمزگشا به خروجی‌های Q و $\overline{Q}$ شمارنده‌ی باینری مربوطه متصل می‌گردند.



شکل ۱۴ــ۸ چیدمان قطعات در مدار نور متحرک



شکل ۱۵ـ۸ مدار نور متحرک با شمارنده‌ها و رمزگشاها



شکل ۱۶ـ۸ چیدمان قطعات در مدار نورمتحرک با شمارنده‌ها

۸ ـ ۸ کنترل چراغ راهنمائی

یک چراغ راهنمائی از سه لامپ به رنگ‌های سبز و زرد و قرمز استفاده می‌کند. فرآیند کنترل قدری پیچیده است زیرا زمان روشن ماندن هر کدام از آنها با دیگری تفاوت دارد. زمان روشن بودن لامپ‌های سبز و قرمز تقریباً با هم برابر است ولی زمان روشن بودن لامپ زرد، قبل از روشن شدن لامپ قرمز، کوتاه بوده و همچنین زمان روشن بودن مشترک لامپ‌های زرد ـ قرمز که قبل از روشن شدن لامپ سبز فعال می‌شود نیز، با بقیه تفاوت دارد. راه حل ما، یک شمارنده باینری ۴ بیتی با ۱۶ حالت است که از «0000» (اعشاری ۰) شروع شده و به «1111» (اعشاری ۱۵) خاتمه می‌یابد. رمزگشائی که وضعیت کلیدها را دنبال می‌کند، هر کدام از LED های مورد نظر را طبق یک روال مناسب روشن می‌نماید.

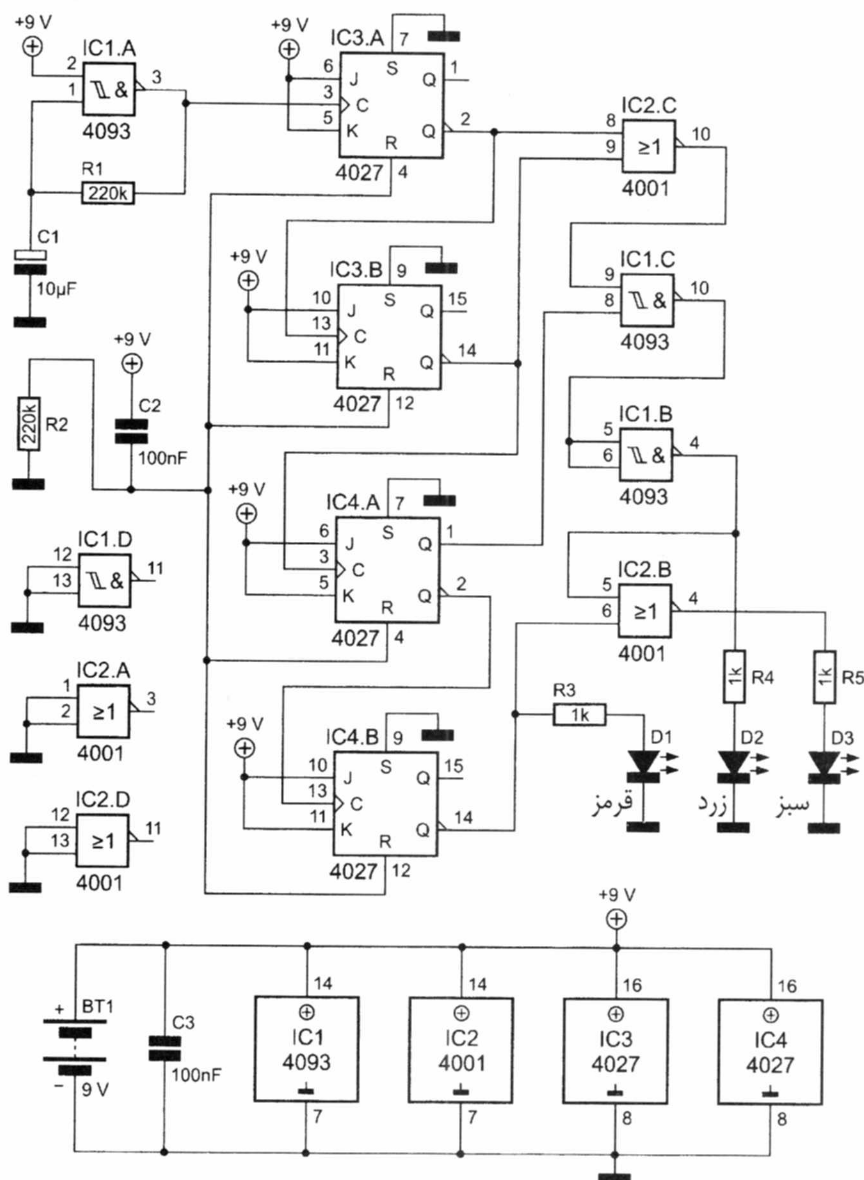
ساده‌ترین حالت برای LEDای قرمز است. این LED در ۵۰٪ زمان مورد نظر (۰ تا ۷) روشن بوده و در ۵۰٪ زمان بعدی (۸ تا ۱۵) خاموش است. لذا آن را می‌توان مستقیماً از خروجی $\overline{Q}$ طبقه نهائی تغذیه نمود.

در هر چرخه، LED زرد دو بار روشن می‌شود، در حالت ۷، همزمان با نور قرمز (کمی قبل از حالت سبز)، و دوباره، این بار به تنهائی، درحالت ۱۵ (کمی قبل از حالت قرمز). برای رمزگشائی این دو حالت، از یک گیت AND با سه ورودی: بیت‌های صفر، ۱ و ۲ استفاده می‌کنیم. این وضعیت با استفاده از سه گیت IC2.C ، IC1.C و IC1.B تأمین می‌گردد.

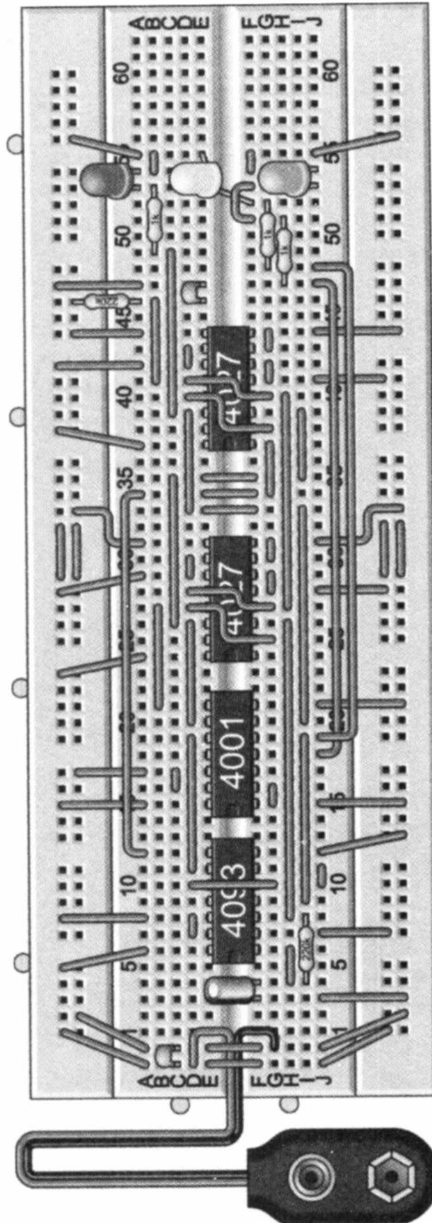
سبز D3	زرد D2	قرمز D1	اعشاری	بیت ۰	بیت ۱	بیت ۲	بیت ۳
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	2	0	1	0	0
0	0	1	3	1	1	0	0
0	0	1	4	0	0	1	0
0	0	1	5	1	0	1	0
0	0	1	6	0	1	1	0
0	1	1	7	1	1	1	0
1	0	0	8	0	0	0	1
1	0	0	9	1	0	0	1
1	0	0	10	0	1	0	1
1	0	0	11	1	1	0	1
1	0	0	12	0	0	1	1
1	0	0	13	1	0	1	1
1	0	0	14	0	1	1	1
0	1	0	15	1	1	1	1

جدول ۱ ـ ۸ *جدول درستی چراغ راهنمائی*

LEDای سبز فقط وقتی روشن می‌شود که هیچکدام از LEDهای زرد و قرمز، روشن نباشند. این وضعیت منطقی دقیقاً به توسط گیت NOR یعنی IC2.B مورد توجه واقع شده است. لذا، LEDای سبز در خلال وضعیت‌های ۸ تا ۱۴ روشن می‌گردد. با داشتن یک پالس ساعت با فرکانس ۲ ثانیه، چرخه‌ی کامل چراغ راهنمائی، حدود ۳۲ ثانیه به طول می‌انجامد.



شکل ۱۷ـ۸ مدار کنترل چراغ راهنمائی



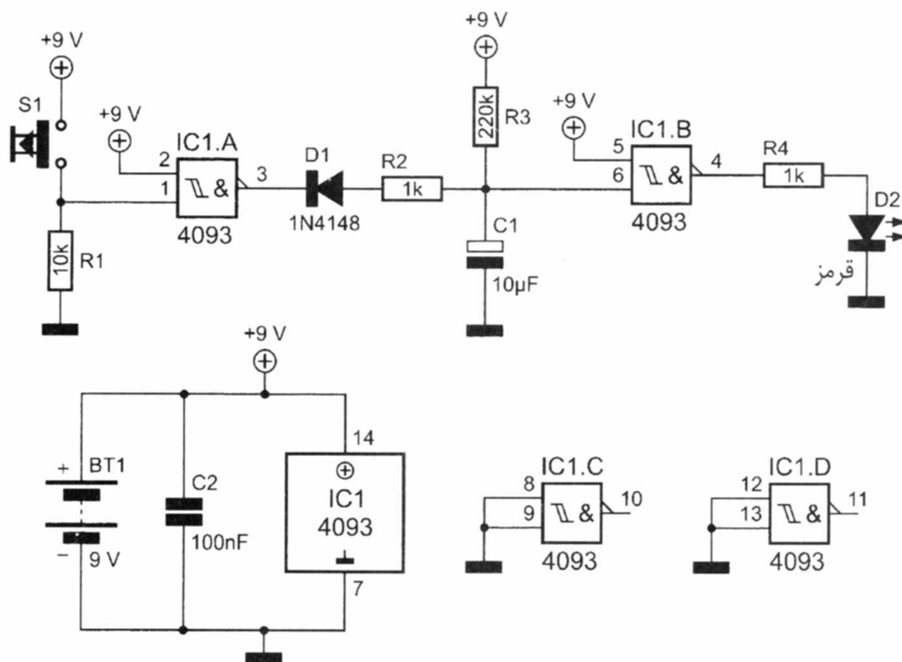
شکل ۱۸ـ۸ چیدمان قطعات در مدار کنترل چراغ راهنمائی

۹ـ۸ تأخیر در خاموش کردن

این جور تأخیر، برای مثال در لامپ داخلی و سقفی خودرو به کار می‌رود. وقتی درب خودرو باز است، لامپ روشن می‌شود. وقتی درب را می‌بندیم، لامپ تا چند ثانیه روشن مانده و سپس خاموش می‌گردد. در این جا وضعیت مورد نظر را به توسط یک مدار دیجیتالی تأمین کرده‌ایم.

فشار دادن کلید S۱ باعث شارژ شدن نسبتاً سریع C۱ از طریق D1 و R2 می‌شود. IC۱.B، LED را روشن می‌کند. با قطع شدن کلید S۱، عبور جریان از D۱ متوقف شده و خازن به آرامی از طریق R۳ شارژ می‌گردد.

تقریباً ۲ ثانیه بعد، ولتاژ آن از ولتاژ سویچینگ یعنی ۶ ولت فراتر رفته و LED خاموش می‌گردد.



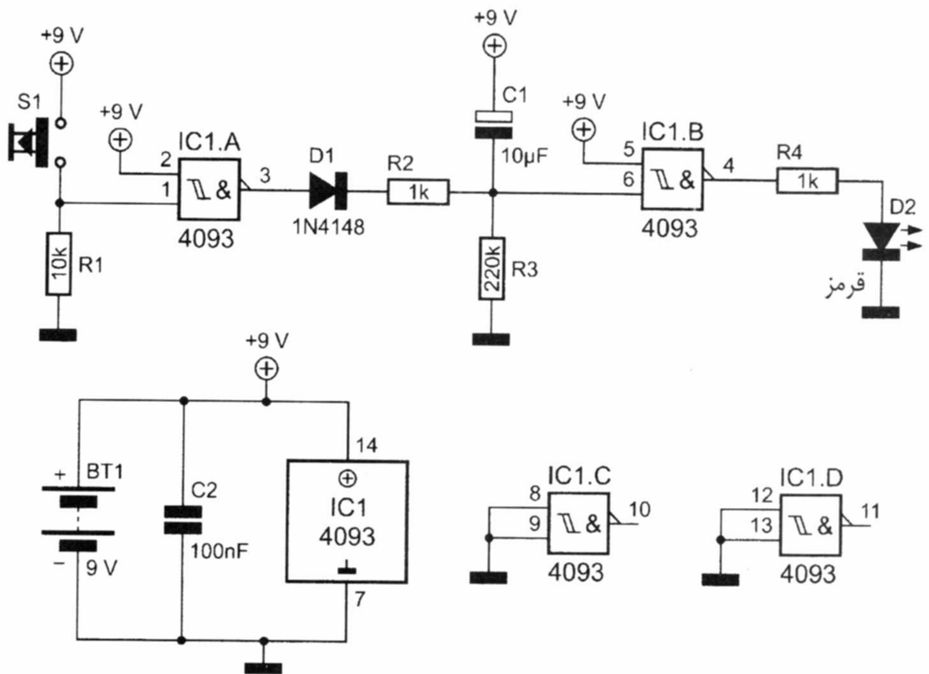
شکل ۱۹ـ۸ مدار تأخیر در خاموش کردن

شکل ۲۰ـ۸ چیدمان قطعات در مدار تأخیر در خاموش کردن

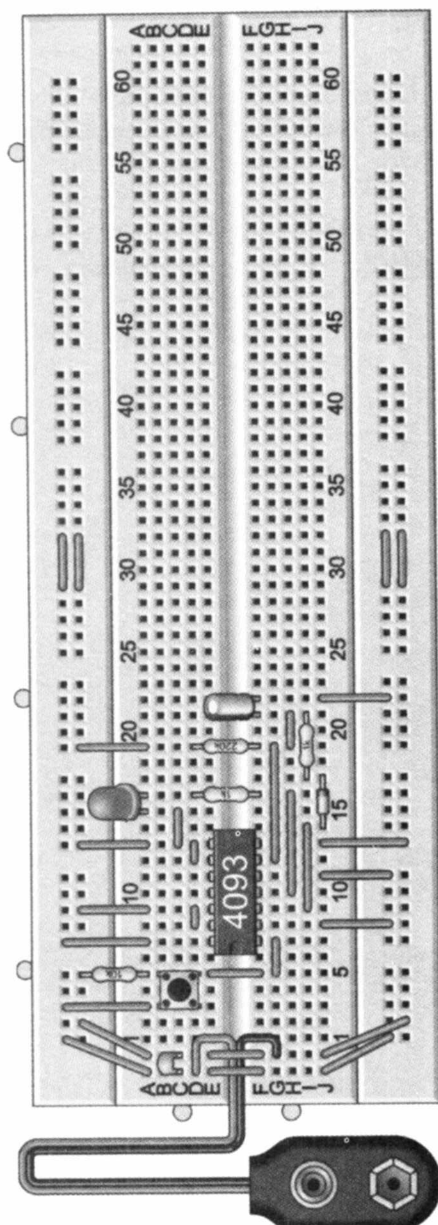
۱۰ـ۸ تأخیر در روشن کردن

با کمی تغییر، می‌توان مدار قبلی را به تأخیر در روشــن کردن مبدل ساخت. این بار جهت D۱ در مدار عوض شده، R۳ به زمین متصل گردیده و خازن C۱ به V_{CC} وصل شده است.

در ابتدای کار، S۱ باز بوده و خروجی IC1.A یک وضعیت منطقی 1 دارد. در این شرایط، D۱ هدایت کرده و ورودی IC1.B ، H است، لذا LED خاموش خواهد بود. با فشار دادن S1 ،D1 از هدایت عاجز شــده و خازن به آرامی از طریق R۳، شــارژ می‌گردد. ولتاژ ورودی IC1.B آنقدر افت می‌کند که LED روشن شود. با رها کردن کلید S۱ , LED تقریباً بلافاصله خاموش می‌گردد.



شکل ۲۱ـ۸ مدار تأخیر در روشن کردن

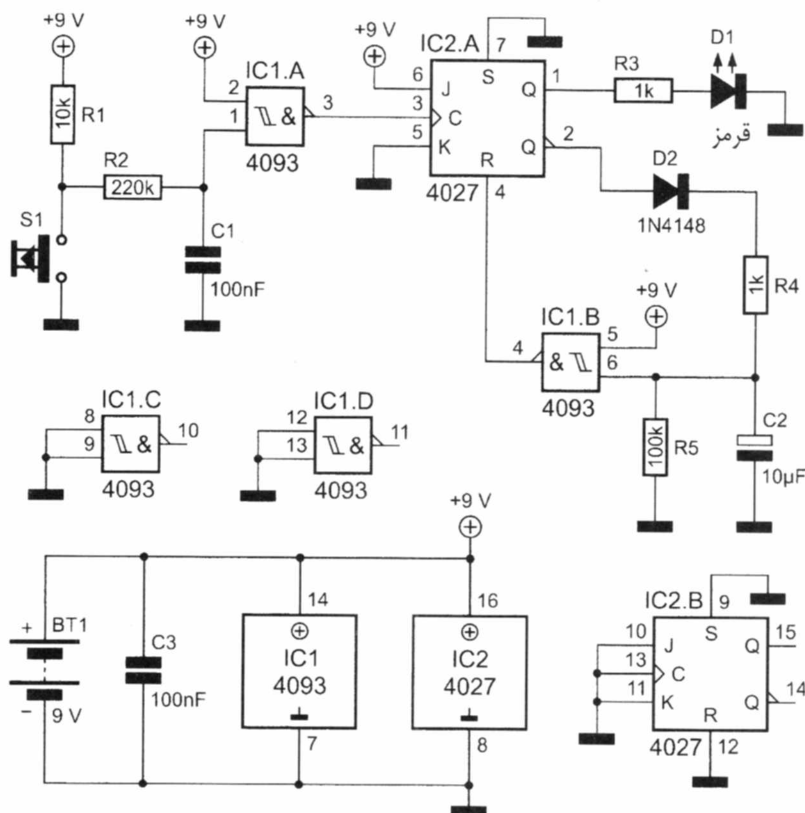


شکل ۲۲ـ۸ چیدمان قطعات در مدار تأخیر در روشن کردن

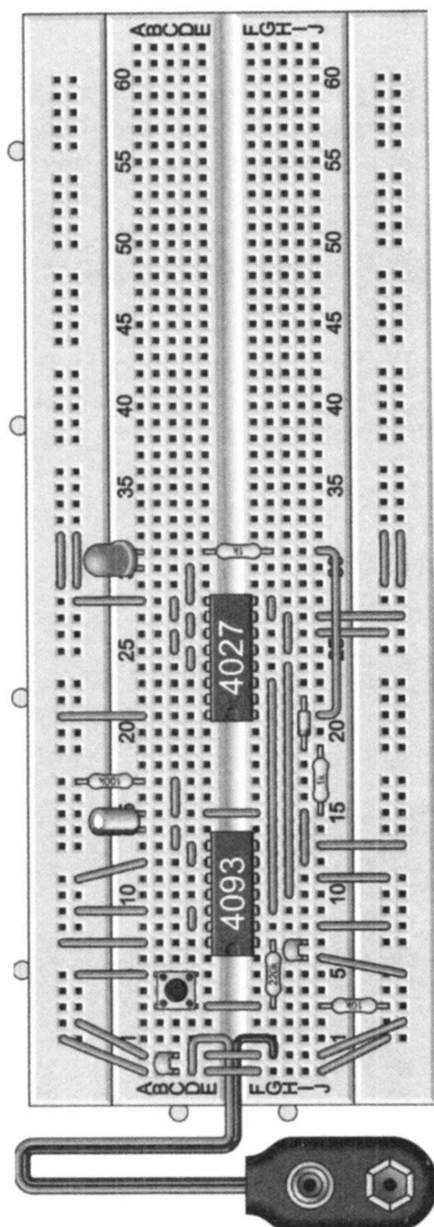
۸ـ۱۱ کلید زمانی

یک فشار به کلید S۱، یک پالس تقریباً ۱ ثانیه‌ای ایجاد می‌کند، حتی اگر اعمال فشار به کلید بیش از آن هم ادامه یابد. مدار یک مولد پالس واحد بوده و اصطلاحاً یک «مونوفلاپ» یا «پالس تَک» تولید می‌نماید.

برای این‌کار از یک فلیپ‌فلاپ JK استفاده کرده‌ایم. وقتی J=1 و K=0 است، فلیپ‌فلاپ به C یعنی لبه‌ی مثبت پالس ساعت ورودی واکنش نشان می‌دهد. سپس خروجی Q، H می‌شود. در همان زمان، یک حلقه تأخیری از طریق خروجی $\overline{Q}$ آغاز به کار می‌کند. به مجرد تخلیه‌ی C۲ از طریق R۵ و تا تراز تقریبی ۳ ولت، IC1.C، یک پالس ری‌ست را به فلیپ‌فلاپ JK ارسال می‌دارد. تفاوتی نمی‌کند که کلید را برای یک زمان کوتاه وصل کرده یا برای یک مدت طولانی آن را فعال نگهدارید، LEDی D۱ برای یک زمان تقریبی یک ثانیه‌ای روشن می‌ماند. حتی اگر دو بار سریعاً کلید را فعال کنید باز هم فقط یک پالس تولید خواهد شد.



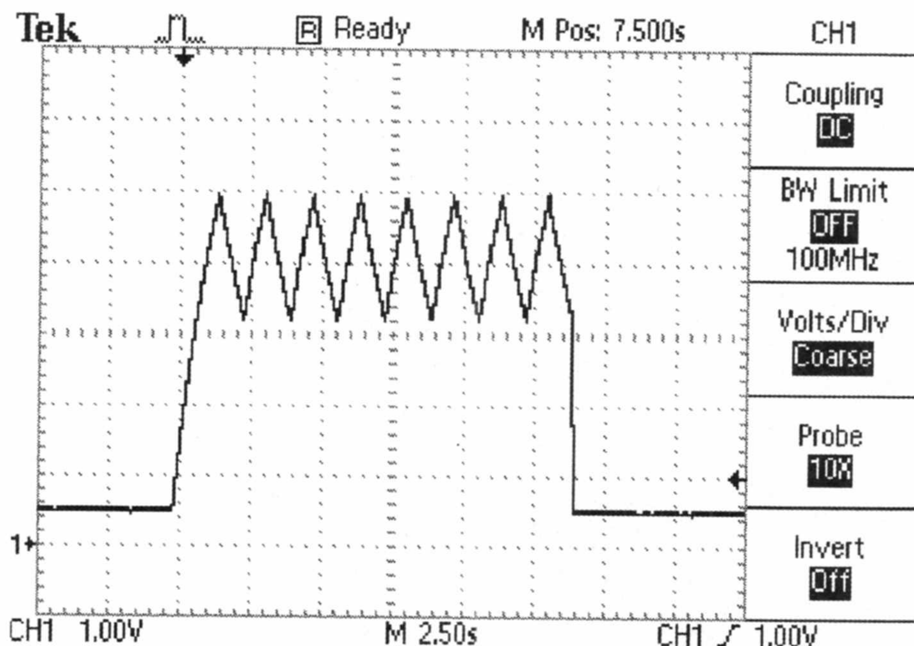
شکل ۸ـ۲۳ مدار کلید زمانی با مونو فلاپ



شکل ۲۴ـ۸ چیدمان قطعات در مدار کلید زمانی

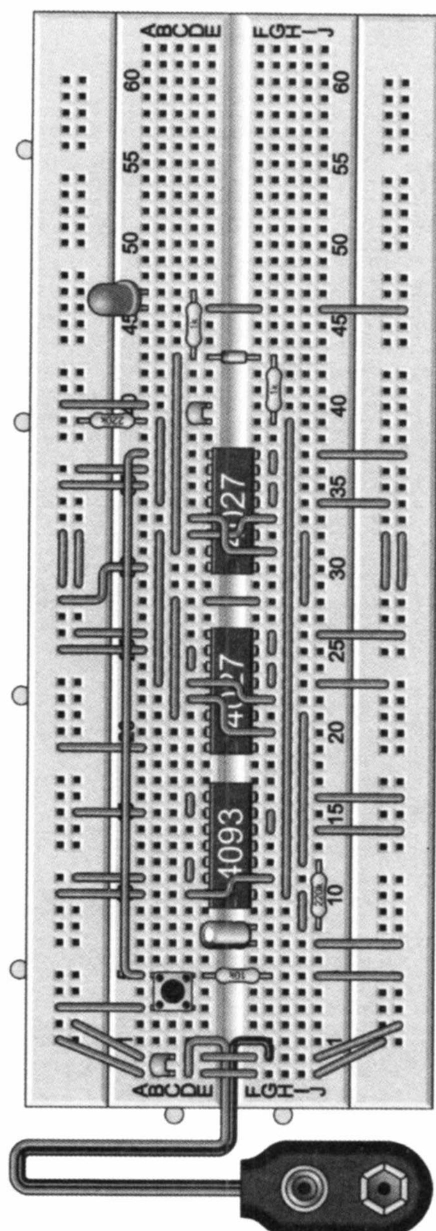
۱۲ـ ۸ تایمر راه پله

بعد از اینکه یکی از کلیدهای راه‌پله زده شد، این مدار بایستی برای یک مدت زمانی مشخص، چراغ را روشن نگهدارد. برای زمان‌های طولانی‌تر از حدود یک ثانیه، استفاده از یک حلقه تأخیری RC عملی نیست زیرا در این صورت به یک خازن بزرگ و مخصوص با زمان تخلیه‌ی بسیار کند و همچنین به یک مقاومت خیلی بزرگ، نیاز خواهیم داشت. با قطعات معمولی که در دسترس است، حداکثر، امکان دستیابی به یک ثابت زمانی ۲ ثانیه ممکن می‌باشد. برای اینکه به طور اصولی این زمان تأخیر را افزایش دهیم، استفاده از یک مدار شمارنده‌ی دیجیتالی می‌تواند بسیار مفید باشد. مدار معرفی شده در این قسمت از یک مولد پالس ساعت با زمان تناوب تقریبی ۲ ثانیه سود می‌جوید. به کمک آن، یک شمارنده غیرهمزمان چهارطبقه، زمان‌های تقریبی ۱۶ ثانیه‌ای را در اختیار ما قرار می‌دهد. فشار دادن IC3.B،S1 را فعال می‌سازد. در همان زمان، مولد پالس ساعت هم مجدداً کار خود را آغاز می‌کند. سه فلیپ فلاپ اول در کل به هشت پالس ساعت نیاز دارند تا یک لبه‌ی مثبت در خروجی $\overline{Q}$ سومین طبقه ظاهر شود. و این خود باعث ری‌ست شدن مجدد IC3.B می‌شود. همزمان، خازن C۲ تخلیه شده و نوسان‌ساز پالس ساعت، فقط با شروع پالس بعدی مجدداً کار خود را آغاز می‌کند.



شکل ۲۵ـ۸ شروع و توقف نوسان‌ساز ساعت

شکل ۲۶ـ۸ مدار تایمر راه‌پله

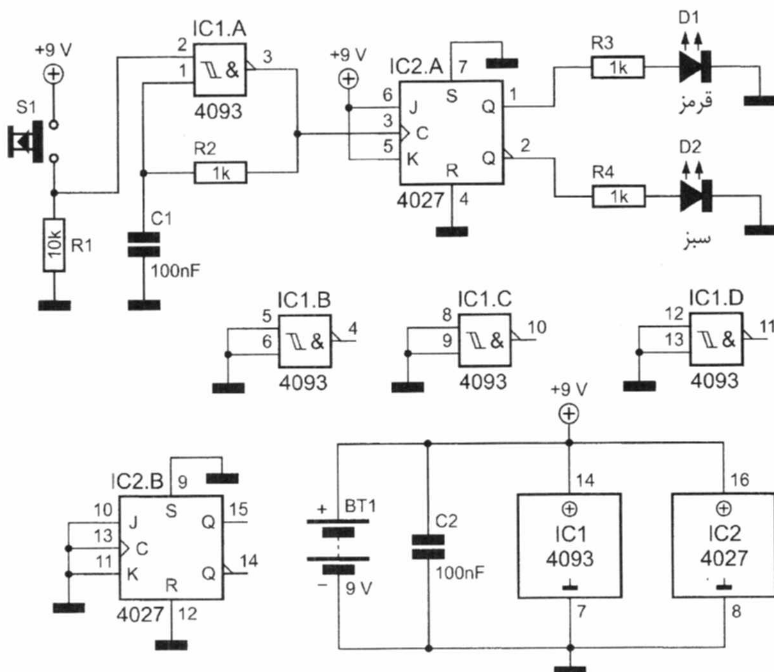


شکل ۲۷ـ۸ چیدمان قطعات در مدار تایمر راه پله

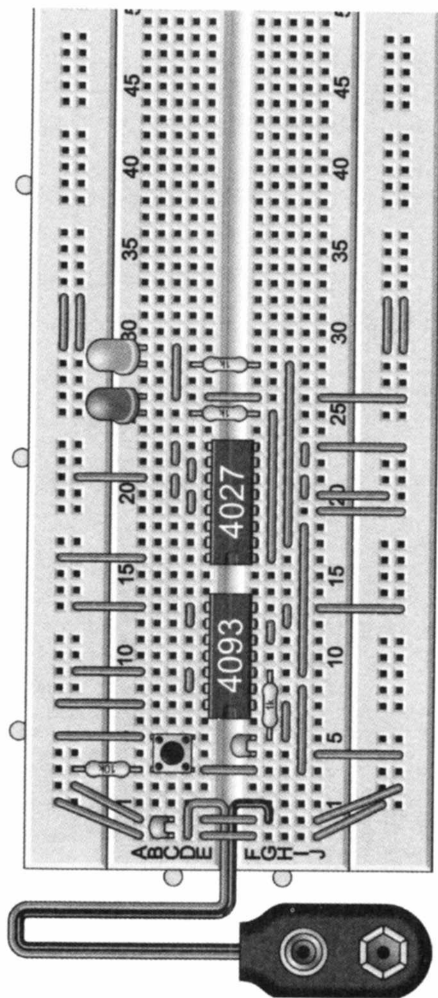
۸ـ۱۳ مولد تصادفی ساده

هنگام بازی شیر یا خط، وقتی سکه‌ای را بالا می‌اندازید، احتمال واقع شدن هر کدام از دو طرف سکه در روی زمین یکسان است. این مولد تصادفی هم همان مقصود را عملی می‌سازد. وقتی S۱ را فشار می‌دهید هر دو LED به طور همزمان روشن می‌شوند و با رها کردن کلید، فقط یکی از آنها که پیشگوئی آن غیرممکن است، روشن باقی می‌ماند و دومی خاموش می‌شود.

مدار براساس یک نوسان‌ساز ساعت یعنی IC1.A و یک فلیپ‌فلاپ تغییر حالت‌دهنده یعنی IC2.A پایه‌گذاری شده است. وقتی S۱ فشار داده می‌شود، یک سیگنال ساعت با فرکانس تقریبی ۱۰ کیلو هرتز در ورودی ساعت فلیپ‌فلاپ ظاهر می‌شود. این فرکانس به دو تقسیم می‌گردد. یک سیگنال ساعت غیر هم فاز با فرکانس ۵ کیلو هرتز، در Q و $\overline{Q}$ تولید می‌گردد. از آنجائی که چشم انسان قادر به تمیزدادن چشمک زدن‌هائی با آن سرعت زیاد نیست، اشتباهاً فکر می‌کنید که هر دو LED روشن هستند. به مجرد رها کردن کلید، سیگنال ساعت متوقف می‌گردد. در این زمان، فلیپ‌فلاپ دریکی از دو حالت احتمالی خود قرار می‌گیرد. نتیجه، واقعاً به لحظه‌ی دقیق رها کردن کلید بستگی دارد. از آنجائی که سرعت بالا بوده و هیچ‌کس چنین تبحری را ندارد که بداند در چه زمانی کلید را رها کند، حاصل کار تصادفی خواهد بود.



شکل ۲۸ـ۸ مولد تصادفی یک بیت

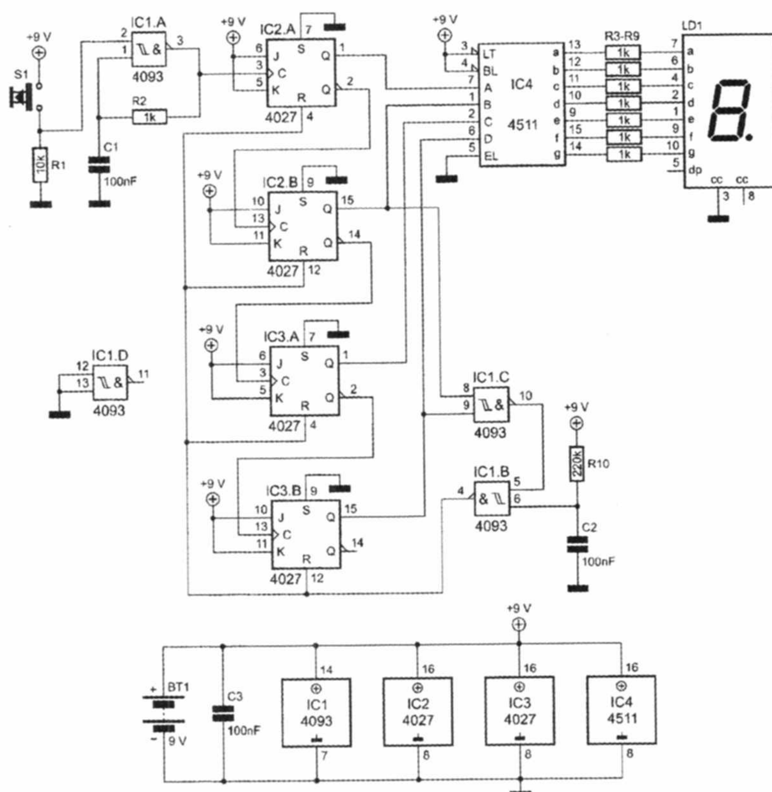


شکل ۲۹ـ۸ چیدمان قطعات در مدار شیر یا خط الکترونیکی (مولد تصادفی ساده)

۸ـ۱۴ رولت دیجیتال[1]

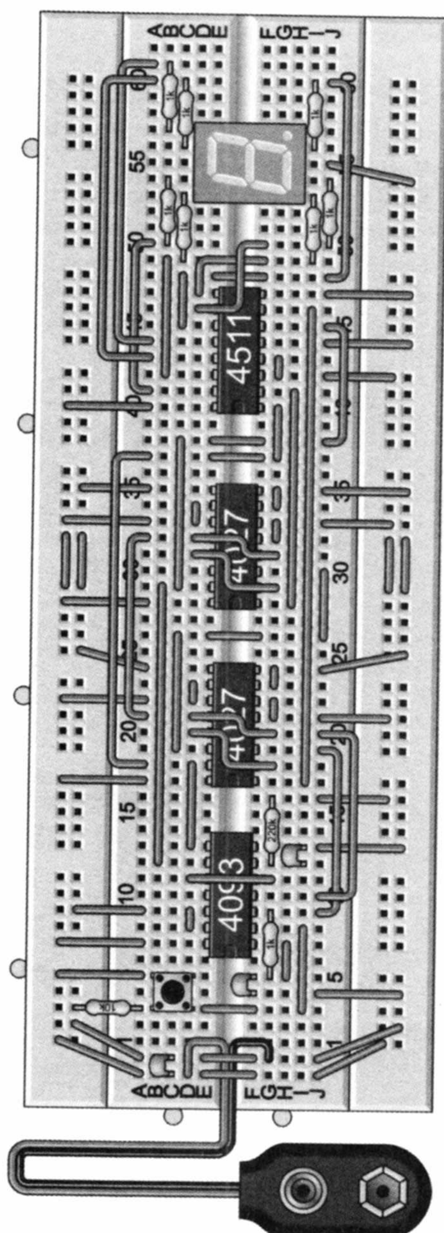
این مدار نوع پیشرفته‌تر مولد تصادفی باینری می‌باشد. به جای یک فلیپ فلاپ، یک شمارنده‌ی اعشاری غیرهمزمان (قسمت ۳ـ۶ را ببینید)، کنترل می‌گردد. وقتی S1 فشار داده شده و در همان حال نگهداری شود، تمام ارقام بین ۰ تا ۹ به ترتیب و با سرعت در روی صفحه‌ی نمایشگر هفت قسمتی نمایش داده می‌شوند.

سرعت عبور ارقام آنقدر زیاد است که تقریباً تمام قطعات نمایشگر هفت قطعه‌ای روشن بوده و به نظر می‌رسد که عدد 8 درحال نمایش است. به مجرد رها کردن کلید، یک عدد تصادفی بین 0 تا 9، روی صفحه نمایشگر ساکن می‌شود.



شکل ۸ـ۳۰ مولد اعداد تصادفی ۰ تا ۹

۱ـ یک جور وسیله‌ی شرط‌بندی است که در مراکز تفریحی قرار داده می‌شود. قسمت اصلی، صفحه مدور و متحرکی است که با دسته‌ای که روی مرکز دایره‌ی آن قرار داده شده، قابل چرخش است. در پیرامون صفحه مدور، سوراخ‌ها یا زوائدی تعبیه شده که هر کدام شماره‌ی خاصی دارند (مثلاً از ۰ تا ۹). مسئول دستگاه صفحه را چرخانده و یک گوی فلزی یا شیشه‌ای را در روی صفحه در حال حرکت رها می‌کند. پس از توقف صفحه دوار، گوی روی هر شماره‌ای که به ایستد، شخص پیش‌بینی کننده‌ی آن شماره، برنده آن دور مسابقه خواهد بود.



شکل ۳۱ـ۸ چیدمان قطعات در مدار رولت دیجیتالی

۸ـ۱۵ تاس دیجیتالی

یک تاس ۶ وجه داشته و قادر به ارائه مقادیر ۱ تا ۶ می‌باشد. لذا مولد عدد تصادفی ما به یک شمارنده ۶ ترکیبی نیاز دارد.

در این جا یک شمارنده‌ی غیرهمزمان سه طبقه به کار رفته که بدون هیچ مدار اضافی، اعداد بین ۰ تا ۷ را شمارش می‌کند. با استفاده از عملکرد یک گیت AND، عدد ۷ (111) را در سه خروجی Q، که شمارنده را در غیر از وضعیت 0 ری‌ست می‌کنند، رمزگشائی می‌کنیم. پالس ری‌ست، ورودی S از IC2.A و ورودی‌های R دو طبقه دیگر را تغذیه کرده و به جای (0)، شمارنده را در 1 پری‌ست می‌کند. به این ترتیب شمارنده ما فقط در فاصله ارقام بین ۱ تا ۶ فعال خواهد بود.

با قدری پیچیده‌تر کردن مدار می‌توان کاری کرد که ۶ عدد احتمالی به الگوهای مخصوص وجوه گوناگون تاس، رمزگشائی شوند. ولی ساده‌تر کردن مدار بهتر بوده و برای اینکار، LEDها را مستقیماً به خروجی‌های شمارنده دیجیتالی وصل کنید. برای تولید همه الگوهای تاس به هفت LED که به شکل زیر قرار گرفته باشند نیاز داریم.

D4		D3
D6	D1	D7
D2		D5

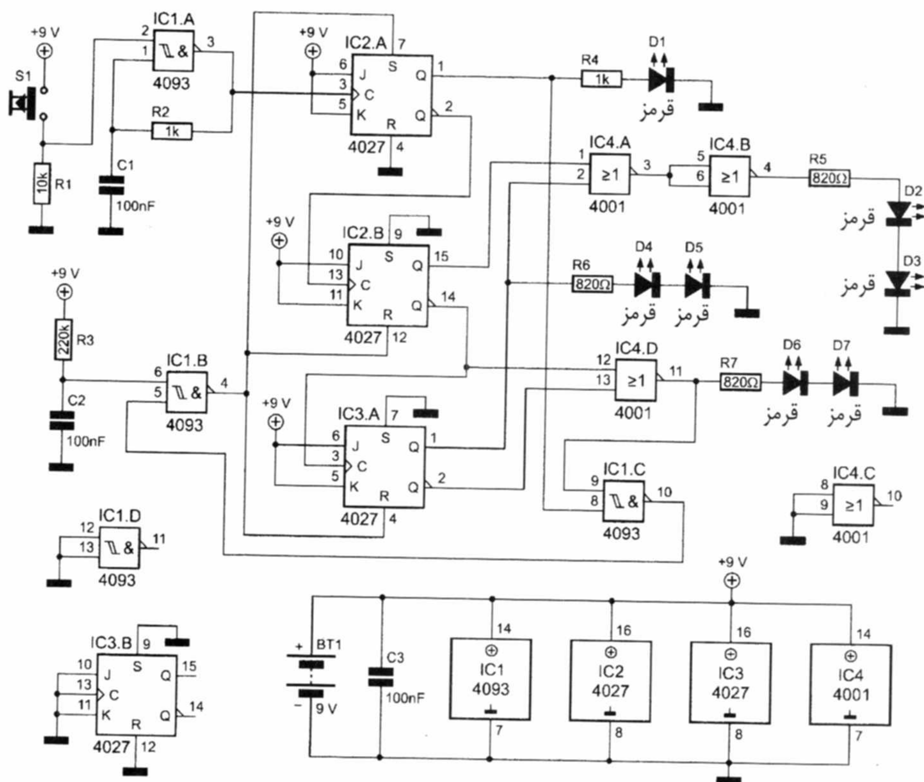
بیت ۲	بیت ۱	بیت ۰	اعشاری	D1	D2, D3	D4, D5	D6, D7
0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	2	0	1	0	0
0	1	1	3	1	1	0	0
1	0	0	4	0	1	1	0
1	0	1	5	1	1	1	0
1	1	0	6	0	1	1	1

جدول ۲ـ۸ *جدول درستی تاس دیجیتالی*

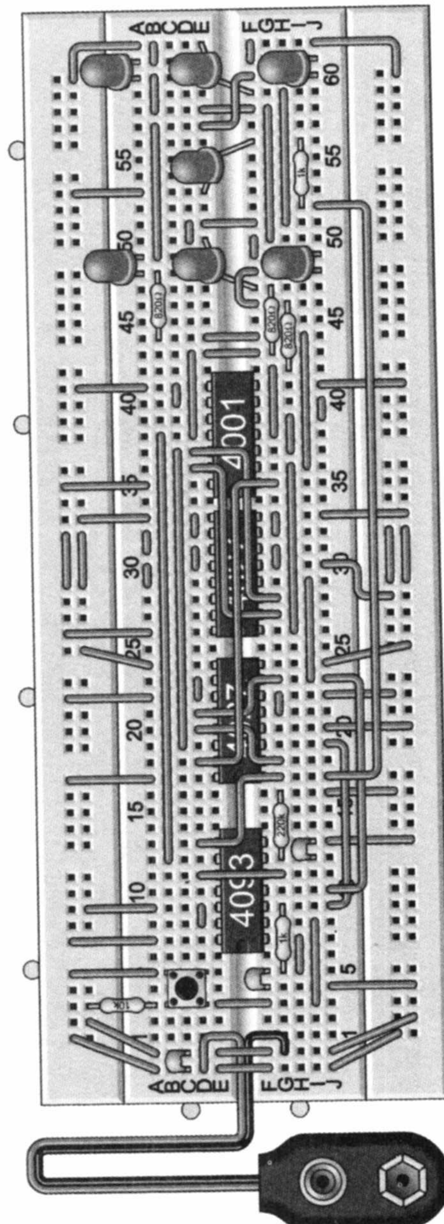
LEDای میانی یعنی D۱ به ازای همه ارقام فرد روشن می‌شود. لذا آن را می‌توان به آسانی و به وسیله خروجی Q فلیپ‌فلاپ اول (بیت ۰) تغذیه نمود.

همه LEDهای دیگر به صورت جفتی به هم وصل شده‌اند. هر زوج LED که با هم سری

شـده‌اند برای تأمین روشنائی مساوی به یک مقاومت کوچک نیاز دارند. وقتی بیت‌های ۱ یا ۲، 1 منطقی باشـند، D۳ و D۲ روشـن می‌شوند. D۵ و D۴ مسـتقیماً از طریق بیت ۲ تغذیه می‌گردند. D۷ و D۶ فقط برای ۶ به کار رفته و وقتی بیت‌های ۱ و ۲، 1 منطقی باشند، روشن می‌شوند.



شکل ۸ـ۳۲ مدار تاس دیجیتالی



شکل ۳۳-۸ چیدمان قطعات در مدار تاس دیجیتالی

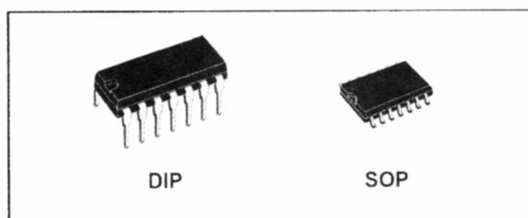
فصل نهم

برگه‌های اطلاعاتی SGS



HCF4001B

چهارگیت NOR با دو ورودی



کُد سفارش

محفظه	معمولی	بصورت نوار و چرخک
DIP	HCF4001BEY	
SOP	HCF4001BM1	HCF4001M013TR

- زمان تأخیر در انتشار:

به ازای $V_{DD} = ۱۰V$ ، $C_L = ۵۰pf$ ، $T_{PD} = ۵۰ns$

- ورودی‌ها و خروجی‌های بافر شده

- با ویژگی خروجی استاندارد و متقارن
- باجریان خاموشی تا ۲۰ ولت
- با ولتاژهای مجاز ۵، ۱۰ و ۱۵ ولت
- جریان نشتی ورودی:

به ازای $V_{DD} = ۱۸V$ ، $T_A = ۲۵°c$ ، $I_L = ۱۰۰nA(max)$

- ۱۰۰٪ آزمایش شده برای جریان خاموشی

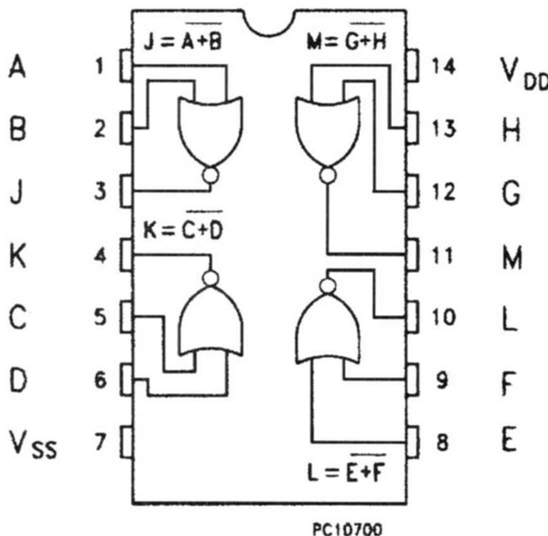
شناسا سازی

این آی‌سی مدار مجتمع یکپارچه‌ای است که با فناوری MOS (نیمه هادی ـ اکسید ـ فلز) ساخته شده و در بدنه‌های DIP و SOP (تصویر بالا را ببینید) به بازار عرضه می‌شود.

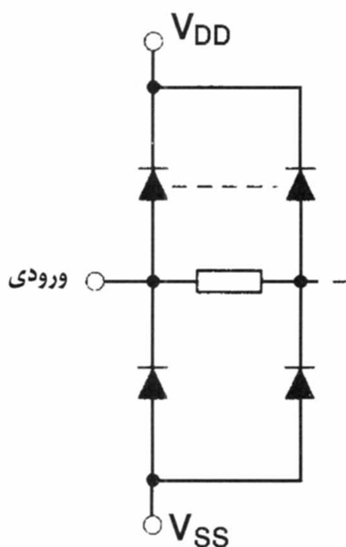
HCF 4001B که چهارگیت NOR هر کدام با ۲ ورودی می‌باشد، با اجرای مستقیم تابع NOR، خواسته‌های طراح سیستم را برآورده کرده و گیت‌های موجود خانواده CMOS را تکمیل می‌نماید.

کلیه ورودی‌ها و خروجی‌ها، بافر شده هستند.

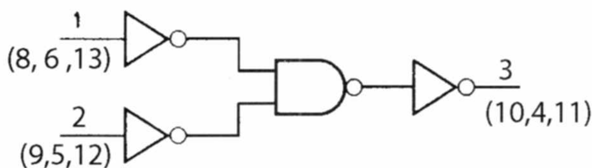
چیدمان پایه‌ها



مدار معادل ورودی



نمودار منطقی



توصیف پایه‌ها

نام و عملکرد	نشانه	شماره‌ی پایه
ورودی‌های داده	A, B, C, D, E, F, G, H	1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13
خروجی‌های داده	J, K, L, M	3, 4, 10, 11
ولتاژ تغذیه‌ی منفی	V_{SS}	7
ولتاژ تغذیه مثبت	V_{DD}	14

جدول درستی

ورودی‌ها		خروجی‌ها
A, C, E, G	B, D, F, H	J, K, L, M
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

بیشترین مقادیر مجاز

نشانه	پارامتر	اندازه	واحد
V_{DD}	ولتاژ تغذیه	-0.5 تا +22	V
V_I	ولتاژ DC ورودی	-0.5 تا V_{DD} + 0.5	V
I_I	جریان DC ورودی	± 10	mA
P_D	افت توان در هر آی سی	200	mW
	افت توان به ازای هر ترانزیستور خروجی	100	mW
T_{op}	دمای کار	-55 تا +125	°C
T_{stg}	دمای نگهداری	-65 تا +150	°C

** بیشـترین مقادیر مجاز ارقامی هسـتند که در صورتی که آی‌سی با مقادیر بیش از آن‌ها مورد استفاده واقع شود، صدمه خوردن آن محتمل خواهد بود. عملکرد تابعی در این شرایط بی معنی است.*

** تمام ولتاژها نسبت به پایه ولتاژ V_{SS} سنجیده شده‌اند.*

شرایط عملکرد توصیه شده

نشانه	پارامتر	اندازه	واحد
V_{DD}	ولتاژ تغذیه	3 تا 20	V
V_I	ولتاژ ورودی	0 تا V_{DD}	V
T_{op}	دمای کار	-55 تا 125	°C

مشخصات DC

نشانه	پارامتر	شرایط آزمایش				اندازه							واحد
		V_I (V)	V_O (V)	$\|I_O\|$ (µA)	V_{DD} (V)	T_A = 25°C			85°C تا -40		125°C تا -55		
						حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
I_L	جریان خاموشی	0/5			5		0.01	0.25		7.5		7.5	µA
		0/10			10		0.01	0.5		15		15	
		0/15			15		0.01	1		30		30	
		0/20			20		0.02	5		150		150	
V_{OH}	ولتاژ خروجی با تراز بالا	0/5		<1	5	4.95			4.95		4.95		V
		0/10		<1	10	9.95			9.95		9.95		
		0/15		<1	15	14.95			14.95		14.95		
V_{OL}	ولتاژ خروجی با تراز پایین	5/0		<1	5		0.05			0.05		0.05	V
		10/0		<1	10		0.05			0.05		0.05	
		15/0		<1	15		0.05			0.05		0.05	
V_{IH}	ولتاژ ورودی با تراز بالا		0.5/4.5	<1	5	3.5			3.5		3.5		V
			1/9	<1	10	7			7		7		
			1.5/13.5	<1	15	11			11		11		
V_{IL}	ولتاژ ورودی با تراز پایین		4.5/0.5	<1	5			1.5		1.5		1.5	V
			9/1	<1	10			3		3		3	
			13.5/1.5	<1	15			4		4		4	
I_{OH}	جریان تغذیه‌ی خروجی	0/5	2.5	<1	5	-1.36	-3.2		-1.15		-1.1		mA
		0/5	4.6	<1	5	-0.44	-1		-0.36		-0.36		
		0/10	9.5	<1	10	-1.1	-2.6		-0.9		-0.9		
		0/15	13.5	<1	15	-3.0	-6.8		-2.4		-2.4		
I_{OL}	جریان کشی خروجی	0/5	0.4	<1	5	0.44	1		0.36		0.36		mA
		0/10	0.5	<1	10	1.1	2.6		0.9		0.9		
		0/15	1.5	<1	15	3.0	6.8		2.4		2.4		
I_I	جریان نشتی ورودی	0/18	هر ورودی		18		$\pm 10^{-5}$	±0.1		±1		±1	µA
C_I	ظرفیت ورودی		هر ورودی				5	7.5					pF

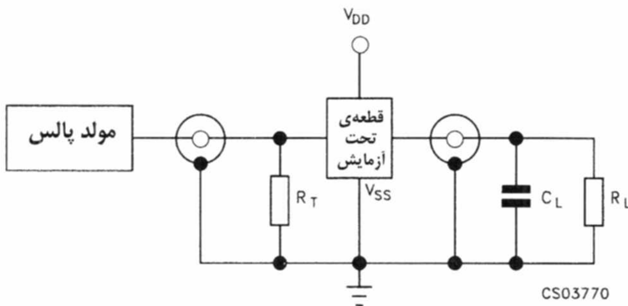
** حاشیه‌ی نویز برای هر دو تراز 0 و 1 به شرح زیر است:*
به ازای V_{DD} = ۵ V ، حداقل ۱ V
به ازای V_{DD} = ۱۰ V ، حداقل ۲ V
به ازای V_{DD} = ۱۵ V ، حداقل ۲/۵ V

خصوصیات الکتریکی پویا (دمای محیط 25°C، C_L=50PF ، R_L=200KΩ ، t_r=t_f=20ns)

نشانه	پارامتر	شرایط آزمایش		اندازه (*)			واحد
		V_{DD} (V)		حداقل	معمولاً	حداکثر	
t_{TLH} t_{THL}	زمان گذر خروجی	5			125	250	ns
		10			60	120	
		15			45	90	
t_{PLH} t_{PLH}	زمان تأخیر در انتشار	5			100	200	ns
		10			50	100	
		15			40	80	

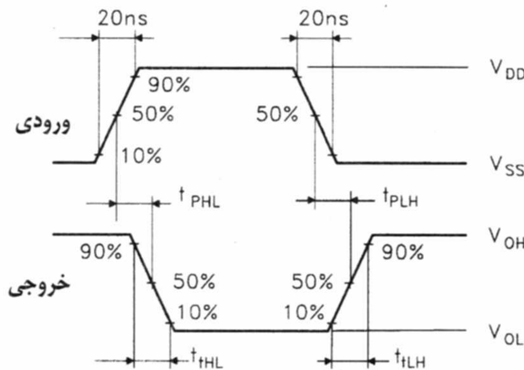
** برای تمام مقادیر V_{DD} می‌توانید از ضریب دمائی ۰/۳٪ / °C استفاده کنید.*

۱۵٤ مدار آزمایشی



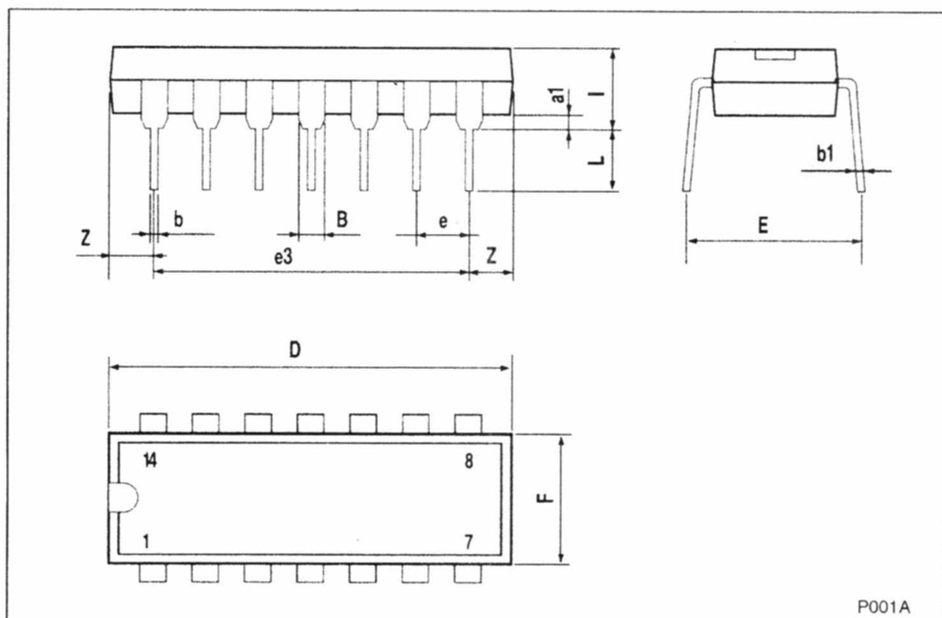
$C_L =$ معادل ۵۰ pf (شامل ظرفیت پروب و وسائل نگهدارنده)
$R_L =$ ۲۰۰ $k\Omega$
$R_T = Z_{OUT}$ (امپدانس خروجی مولد پالس)، معمولاً ۵۰Ω

شکل موج: زمان‌های تأخیر در انتشار (چرخه‌ی کاری ۵۰٪ و f = ۱ MHz)



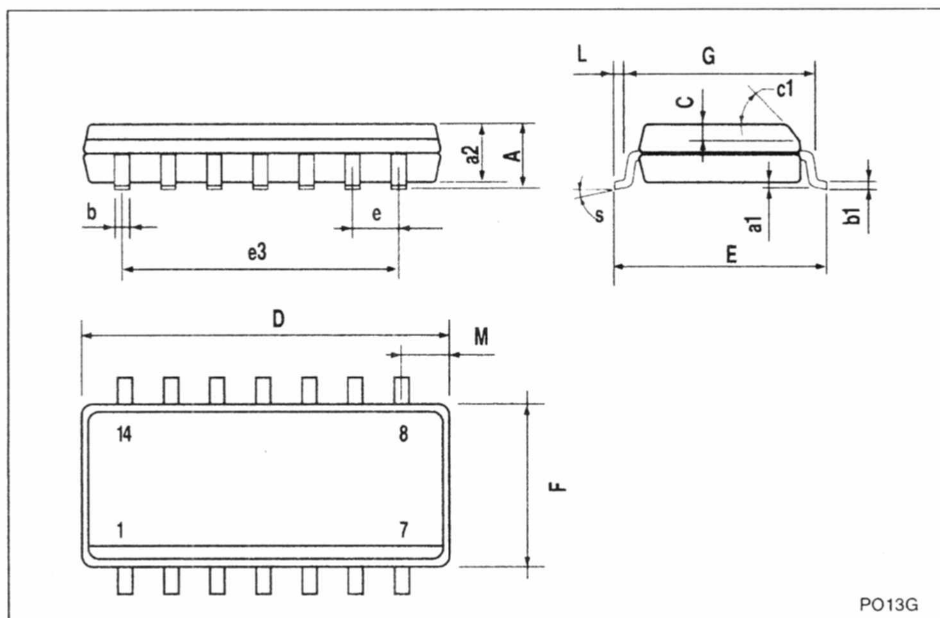
اطلاعات ابعادی آی‌سی‌های ۱۴ پایه‌ی دو ردیفه‌ی معمولی با بدنه‌ی پلاستیکی

اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100



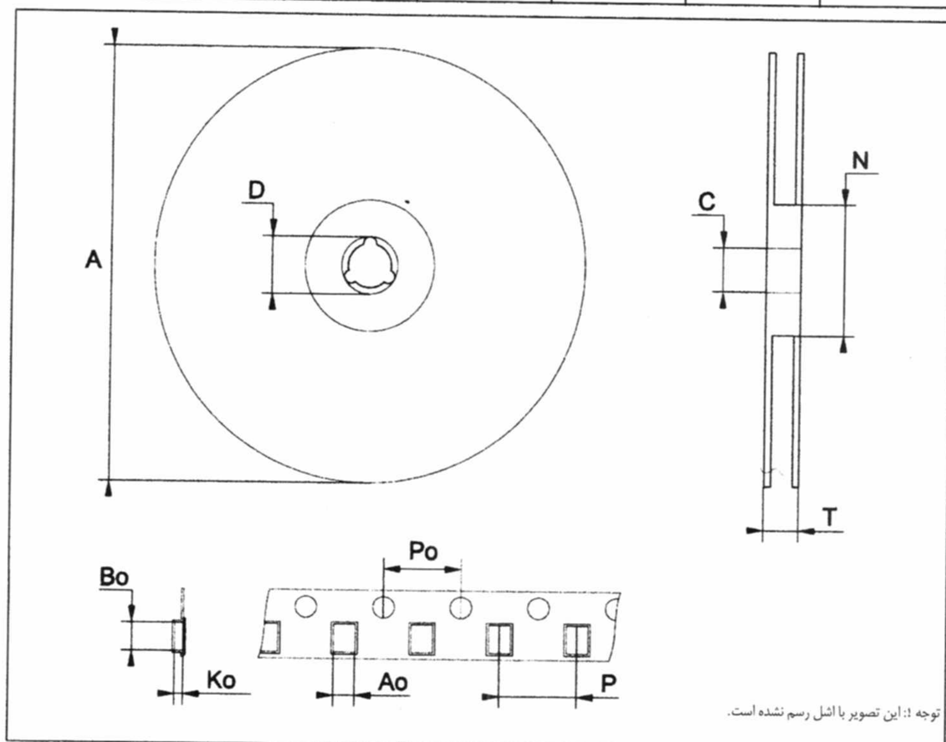
۱۵۶ اطلاعات ابعادی آی‌سی‌های ۱۴ پایه‌ی دو ردیفه با پایه‌های خوابیده

اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
A			1.75			0.068
a1	0.1		0.2	0.003		0.007
a2			1.65			0.064
b	0.35		0.46	0.013		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.019	
c1	معمولاً 45					
D	8.55		8.75	0.336		0.344
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		7.62			0.300	
F	3.8		4.0	0.149		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.019		0.050
M			0.68			0.026
S	(حداکثر) 8					



اطلاعات ابعادی آسی‌های ۱۴ پایه بصورت نوار و چرخک

اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
A			330			12.992
C	12.8		13.2	0.504		0.519
D	20.2			0.795		
N	60			2.362		
T			22.4			0.882
Ao	6.4		6.6	0.252		0.260
Bo	9		9.2	0.354		0.362
Ko	2.1		2.3	0.082		0.090
Po	3.9		4.1	0.153		0.161
P	7.9		8.1	0.311		0.319

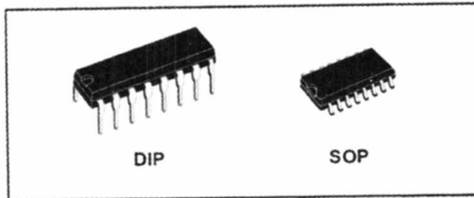


*برخی از قطعات الکترونیکی مثل مقاومت، دیود و انواع آی‌سی را که مصارف زیادی دارند برای صرفه‌جویی در فضای انبار و همچنین سرعت عمل در مونتاژ، بصورت «نوار وچرخک» هم به بازار عرضه می‌کنند. در این صورت پایه‌های برجسته قطعه از دو طرف به توسط دو حاشیه کاغذی مخصوص گرفته شده و به دور حلقه‌ای پیچیده می‌شود.



HCF4027B

با دو فلیپ‌فلاپ JK اصلی ـ فرعی



کُد سفارش

محفظه	معمولی	بصورت نوار و چرخک
DIP	HCF4027BEY	
SOP	HCF4027BM1	HCF4027M013TR

* با قابلیت ست، ری‌ست
* عملکرد ساکن فلیپ‌فلاپ ـ با ترازهای پالس ساعت H یا L، وضعیت را به طور نامحدودی حفظ می‌کند.
* عملکرد با سرعت متوسط ـ ۱۶ MHz
(معمولاً آهنگ تغییر پالس ساعت در ۱۰ ولت صورت می‌پذیرد).
* حفظ جریان خاموشی تا ۲۰V
* ویژگی خروجی استاندارد و متقارن
* با ولتاژهای مجاز ۵ ، ۱۰ ، ۱۵ ولت
* جریان نشتی ورودی:
به ازای V_{DD}=۱۸V ، T_A=۲۵°C ، I_L=۱۰۰nA(MAX)
* ۱۰۰٪ آزمایش شده برای جریان خاموشی
* تمام استانداردهای CMOS های سری B را رعایت و برآورده می‌سازد.

شناسازی

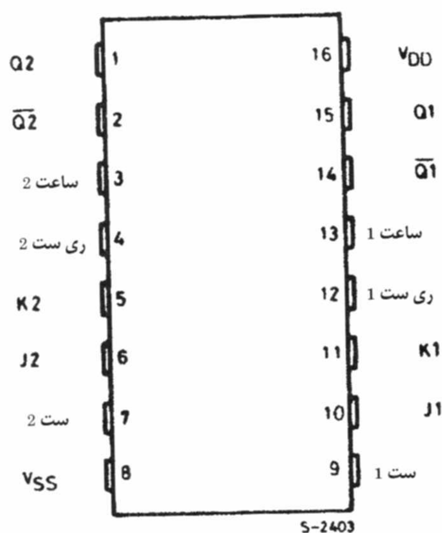
این آی‌سی مدار مجتمع یکپارچه‌ای است که با فناوری MOS (نیمه هادی ـ اکسید ـ فلز) ساخته شده و در محفظه‌های DIP و SOP به بازار عرضه می‌شود.

HCF۴۰۲۷B مدار مجتمع یکپارچه و واحدی است که دو فلیپ‌فلاپ JK اصلی ـ فرعی مکمل و متقارن را در خود جای داده است. هر فلیپ‌فلاپ آن آمادگی پذیرش K,J و ست و

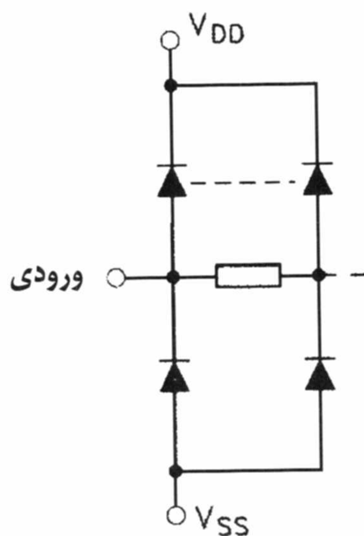
ری‌ست مجزا و سیگنال‌های ساعت ورودی را دارد. سیگنال‌های بافرشده‌ی Q و $\overline{Q}$ در خروجی‌ها ارائه می‌شوند. این ترتیب خروجی - ورودی ، همخوانی لازم برای عملکرد آن با HCF۴۰۱۳B با دو فلیپ‌فلاپ D را فراهم می‌سازد.

استفاده از این آی‌سی برای: کنترل، رجیستر و عملیات تغییر وضعیت مناسب است. ترازهای منطقی حاضر در ورودی‌های J و K به همراه فرمان‌دهی خودکار داخلی، وضعیت هر فلیپ‌فلاپ را کنترل می‌کند. تغییرات در وضعیت فلیپ‌فلاپ‌ها، با حالت انتقالی و مثبت رونده پالس ساعت، همزمان است. عملیات ست و ری‌ست سازی، مستقل از پالس ساعت بوده و وقتی یک سیگنال با تراز H، در یکی از ورودی‌های ست یا ری‌ست ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد.

چیدمان پایه‌ها



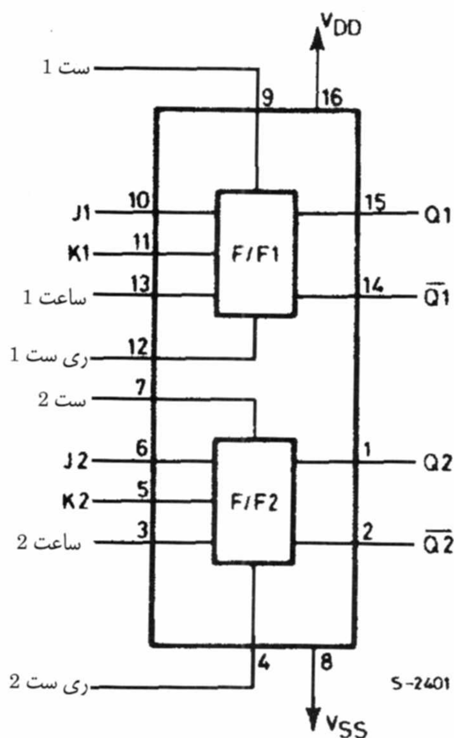
مدار معادل ورودی



توصیف پایه‌ها

نام و عملکرد	نشانه	شماره‌ی پایه
ورودی‌ها	J2, K2	6, 5
ورودی‌ها	J1, K1	10,11
ورودی‌های ساعت	ساعت 1، ساعت 2	13, 3
ورودی‌های ری‌ست	ری ست 1، ری ست 2	12, 4
ورودی‌های ست	ست 1،ست 2	9, 7
خروجی‌ها	Q2, $\overline{Q2}$	1, 2
خروجی‌ها	Q1, $\overline{Q1}$	15, 14
ولتاژ تغذیه‌ی منفی	V_{SS}	8
ولتاژ تغذیه مثبت	V_{DD}	16

وظیفه‌ی عملیاتی پایه‌ها

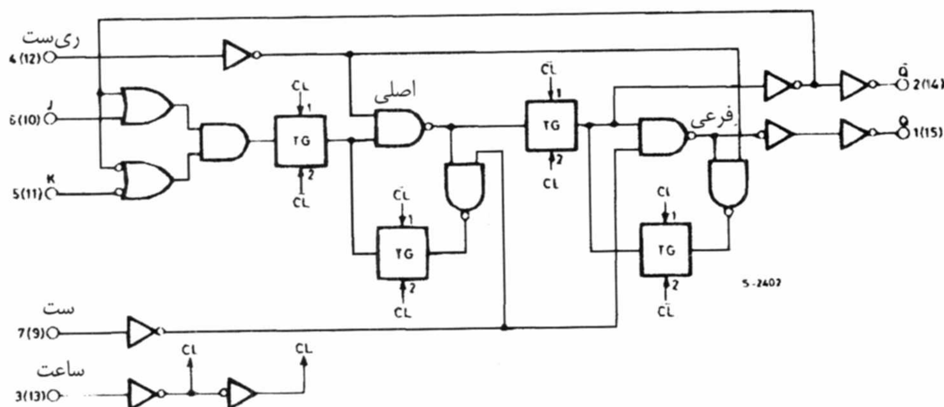


۱۶۲ جدول درستی

وضعیت فعلی					ساعت *	وضعیت بعدی		
ورودی‌ها				خروجی		خروجی‌ها		
J	K	S	R	Q		Q	$\bar{Q}$	
H	X	L	L	L	↑	H	L	
X	L	L	L	H	↑	H	L	
L	X	L	L	L	↑	L	H	
X	H	L	L	H	↑	L	H	
X	X	L	L	X	↓			بدون تغییر
X	X	H	L	X	X	H	L	
X	X	L	H	X	X	L	H	
X	X	H	H	X	X	H	H	

X = بی اهمیت
* = تغییر تراز

دیاگرام منطقی



بیشترین مقادیر مجاز

نشانه	پارامتر	اندازه	واحد
V_{DD}	ولتاژ تغذیه	-0.5 تا +22	V
V_I	ولتاژ DC ورودی	-0.5 to V_{DD} + 0.5	V
I_I	جریان DC ورودی	± 10	mA
P_D	افت توان در هر آی‌سی	200	mW
	افت توان به ازای هر ترانزیستور خروجی	100	mW
T_{op}	دمای کار	-55 تا +125	°C
T_{stg}	دمای نگهداری	-65 تا +150	°C

* *بیشـترین مقادیر مجاز ارقامی هسـتند که در صورتی که آی‌سـی با مقادیر بیش از آنها مورد استفاده واقع شود، صدمه خوردن به آن محتمل خواهد بود. عملکرد تابعی در این شرایط بی‌معنی است.*
* *تمام ولتاژها نسبت به پایه‌ی ولتاژ V_{SS} سنجیده شده‌اند.*

شرایط عملکرد توصیه شده

نشانه	پارامتر	اندازه	واحد
V_{DD}	ولتاژ تغذیه	3 تا 20	V
V_I	ولتاژ ورودی	0 تا V_{DD}	V
T_{op}	دمای کار	-55 تا 125	°C

مشخصات DC

نشانه	پارامتر	V_I (V)	V_O (V)	$\|I_O\|$ (μA)	V_{DD} (V)	$T_A = 25°C$ حداقل	$T_A = 25°C$ معمولاً	$T_A = 25°C$ حداکثر	-40 تا 85°C حداقل	-40 تا 85°C حداکثر	-55 تا 125°C حداقل	-55 تا 125°C حداکثر	واحد
I_L	جریان خاموشی	0/5			5		0.02	1		30		30	μA
		0/10			10		0.02	2		60		60	
		0/15			15		0.02	4		120		120	
		0/20			20		0.04	20		600		600	
V_{OH}	ولتاژ خروجی با تراز بالا	0/5		<1	5	4.95			4.95		4.95		V
		0/10		<1	10	9.95			9.95		9.95		
		0/15		<1	15	14.95			14.95		14.95		
V_{OL}	ولتاژ خروجی با تراز پائین	5/0		<1	5		0.05			0.05		0.05	V
		10/0		<1	10		0.05			0.05		0.05	
		15/0		<1	15		0.05			0.05		0.05	
V_{IH}	ولتاژ ورودی با تراز بالا		0.5/4.5	<1	5	3.5			3.5		3.5		V
			1/9	<1	10	7			7		7		
			1.5/13.5	<1	15	11			11		11		
V_{IL}	ولتاژ ورودی با تراز پائین		4.5/0.5	<1	5			1.5		1.5		1.5	V
			9/1	<1	10			3		3		3	
			13.5/1.5	<1	15			4		4		4	
I_{OH}	جریان تغذیه‌ی خروجی	0/5	2.5	<1	5	-1.36	-3.2		-1.15		-1.1		mA
		0/5	4.6	<1	5	-0.44	-1		-0.36		-0.36		
		0/10	9.5	<1	10	-1.1	-2.6		-0.9		-0.9		
		0/15	13.5	<1	15	-3.0	-6.8		-2.4		-2.4		
I_{OL}	جریان کشی خروجی	0/5	0.4	<1	5	0.44	1		0.36		0.36		mA
		0/10	0.5	<1	10	1.1	2.6		0.9		0.9		
		0/15	1.5	<1	15	3.0	6.8		2.4		2.4		
I_I	جریان نشتی ورودی	0/18	هر ورودی		18		$\pm10^{-5}$	±0.1		±1		±1	μA
C_I	ظرفیت ورودی		هر ورودی				5	7.5					pF

* *حاشیه‌ی نویز برای هر دو تراز 0 و 1 به شرح زیر است:*

به ازای V_{DD} = ۵ V ، حداقل ۱ V

به ازای V_{DD} = ۱۰ V ، حداقل ۲ V

به ازای V_{DD} = ۱۵ V ، حداقل ۲/۵ V

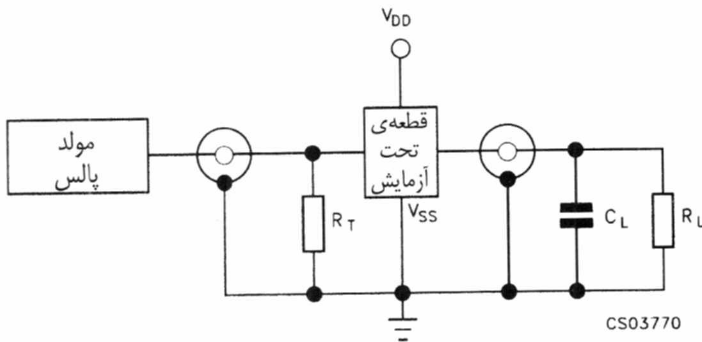
خصوصیات الکتریکی پویا (دمای محیط C°۲۵، C_L=۵۰PF، R_L=۲۰۰KΩ، ($t_r = t_f$= ۲۰ns

نشانه	پارامتر	شرایط آزمایش		اندازه *			واحد
		V_{DD} (V)		حداقل	معمولاً	حداکثر	
t_{PLH} t_{PHL}	زمان تاخیر در انتشار (ساعت به خروجی‌های Q یا $\bar{Q}$)	5			150	300	ns
		10			65	130	
		15			45	90	
t_{PLH}	زمان تأخیر در انتشار (ست به Q یا ری‌ست به $\bar{Q}$)	5			150	300	ns
		10			65	130	
		15			45	90	
t_{PHL}	زمان تأخیر در انتشار (ست به $\bar{Q}$ یا ری‌ست به Q)	5			200	400	ns
		10			85	170	
		15			60	120	
t_{TLH} t_{THL}	زمان انتقال	5			100	200	ns
		10			50	100	
		15			40	80	
t_W	پهنای پالس (ساعت)	5		140	70		ns
		10		60	30		
		15		40	20		
t_W	پهنای پالس (ست یا ری‌ست)	5		180	90		ns
		10		80	40		
		15		50	25		
t_r, t_f	زمان صعود یا نزول ورودی ساعت	5				15	µs
		10				4	
		15				1	
t_{setup}	زمان ست آپ (داده)	5		200	100		ns
		10		75	35		
		15		50	25		
f_{MAX}	حداکثر فرکانس ورودی ساعت[1] (در مد تغییر وضعیت)	5		3.5	7		MHz
		10		8	16		
		15		12	24		

*برای تمام مقادیر V_{DD} می‌توانید از ضریب دمائی ۰/۳٪/°C استفاده کنید.

(۱) هر کدام از ورودی‌های t_r و t_f را معادل ۵ نانوثانیه در نظر بگیرید.

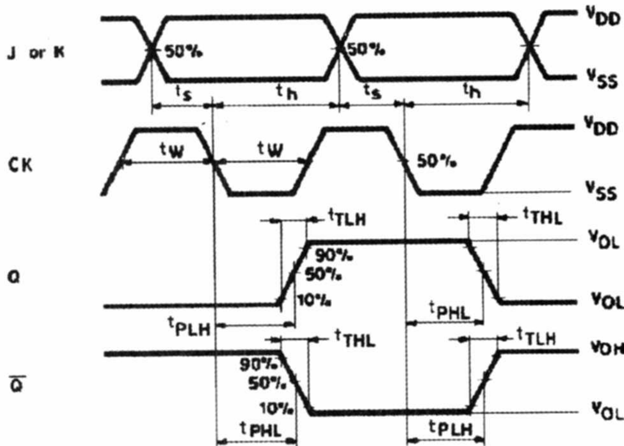
 مدار آزمایشی



$C_L =$ معادل $50PF$ (شامل ظرفیت پروب و وسائل نگهدارنده)
$R_L = 200\ K\Omega$
$R_T = Z_{out}$ (امپدانس خروجی مولد پالس)، معمولاً $50\ \Omega$

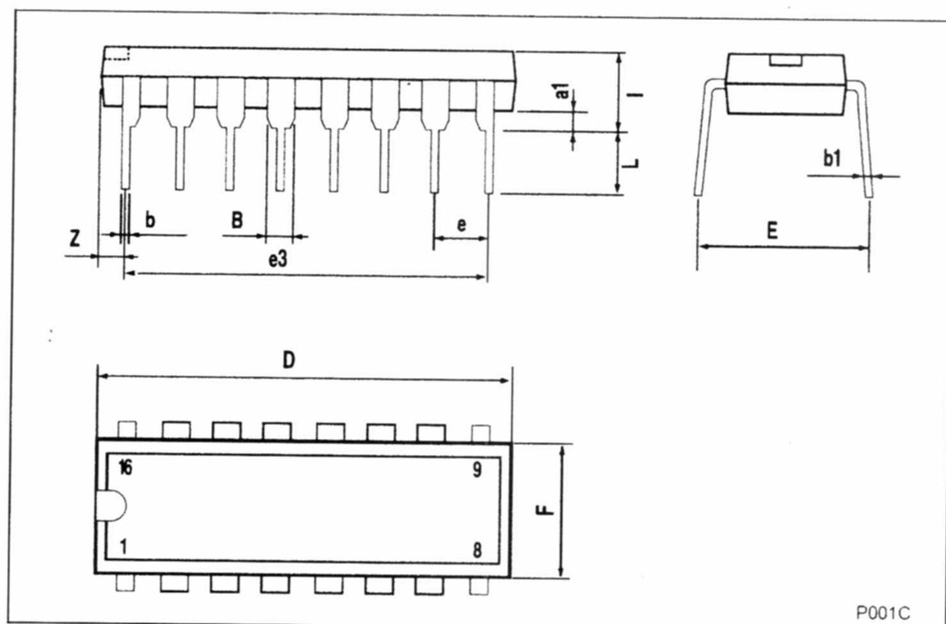
شکل موج: زمان‌های تأخیر در انتشار (چرخه‌ی کاری ۵۰٪، f=۱ MHz)

حداقل پهنای پالس (CK)، زمان آماده‌سازی و نگهداری (j یا Kبه‌CK)



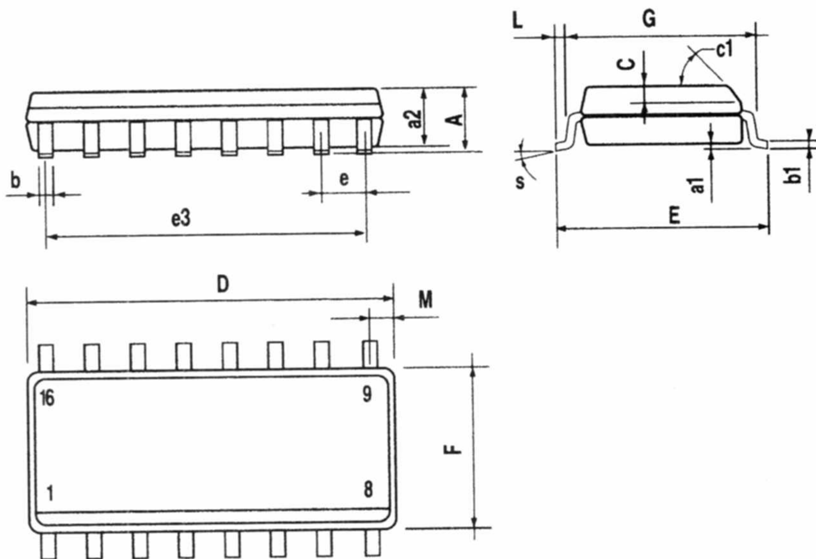
۱۶۷ اطلاعات ابعادی آی‌سی‌های ۱۶ پایه (۰/۲۵) دو ردیفه‌ی معمولی با بدنه‌ی پلاستیکی

اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050



۱۶۸ اطلاعات ابعادی آی‌سی‌های ۱۶ پایه‌ی دو ردیفه با پایه‌های خوابیده

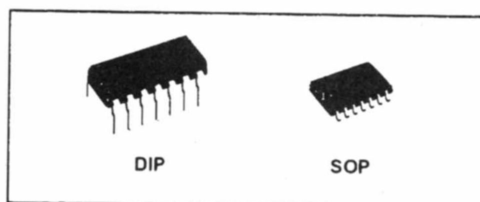
اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
A			1.75			0.068
a1	0.1		0.2	0.003		0.007
a2			1.65			0.064
b	0.35		0.46	0.013		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.019	
c1	45 (معمولاً)					
D	9.8		10	0.385		0.393
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F	3.8		4.0	0.149		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.019		0.050
M			0.62			0.024
S	8 (حداکثر)					





HCF4093B

چهار اشمیت تریگر NAND با دو ورودی



کُد سفارش

محفظه	معمولی	بصورت نوار و چرخک
DIP	HCF4093BEY	
SOP	HCF4093BM1	HCF4093M013TR

* عملکرد اشمیت تریگر بر روی هر کدام از ورودی‌ها بدون نیاز به قطعات خارجی
* ولتاژ پسماند ۰/۹ ولت در $V_{DD} = ۵ V$ و ۲/۳ ولت در $V_{DD} = ۱۰ V$
* مصونیت در برابر نویز تا بیش از ۵۰٪ V_{DD} (معمولاً)
* نداشتن محدودیت در زمان‌های صعود و نزول ورودی
* حفظ جریان خاموشی تا ۲۰ ولت
* ولتاژهای مجاز ۵ ، ۱۰ و ۱۵ ولت
* جریان نشتی ورودی:

به ازای $I_L = ۱۰۰nA(MAX)$، $T_A = ۲۵^oC$ ، $V_{DD} = ۱۸V$

* ۱۰۰٪ آزمایش شده برای جریان خاموشی
* تمام استانداردهای CMOSهای سری B را رعایت و برآورده می‌سازد.

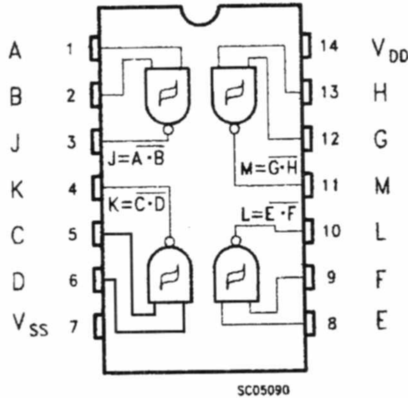
شناساسازی

این آی‌سی مدار مجتمع یکپارچه‌ای است که با فناوری MOS (نیمه هادی ـ اکسید ـ فلز) ساخته شده ودر بدنه‌های DIP و SOP به بازار عرضه می‌شود.

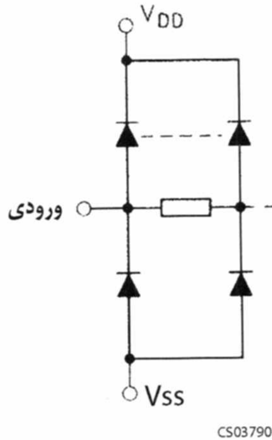
HCF۴۰۹۳B از چهار اشمیت تریگر تشکیل گردیده است. هر مدار به مثابه یک گیت NAND با دو ورودی و دارای عملکرد اشمیت تریگر در هر ورودی می‌باشد. گیت‌های مزبور به ازای سیگنال‌های مثبت رونده ومنفی رونده، در نقاط مختلفی سویچ می‌کنند. تفاوت مابین ولتاژ

مثبت (V_P) و ولتاژ منفی (V_N) به عنوان ولتاژ پسماند (V_H) تلقی می‌گردد.

چیدمان پایه‌ها



مدار معادل ورودی



توصیف پایه‌ها

شماره‌ی پایه	نشانه	نام و عملکرد
1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13	A, B, C, D, E, F, G, H	ورودی‌های داده
3, 4, 10, 11	J, K, L, M	خروجی‌های داده
7	V_{SS}	ولتاژ تغذیه منفی
14	V_{DD}	ولتاژ تغذیه مثبت

جدول درستی

ورودی‌ها		خروجی‌ها
A, C, E, G	B, D, F, H	J, K, L, M
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

بیشترین مقادیر مجاز

نشانه	پارامتر	اندازه	واحد
V_{DD}	ولتاژ تغذیه	-0.5 تا +22	V
V_I	ولتاژ DC ورودی	-0.5 تا V_{DD} + 0.5	V
I_I	جریان DC ورودی	± 10	mA
P_D	افت توان در هر آی‌سی	200	mW
	افت توان به ازای هر ترانزیستور خروجی	100	mW
T_{op}	دمای کار	-55 تا +125	°C
T_{stg}	دمای نگهداری	-65 تا +150	°C

* *بیشترین مقادیر مجاز ارقامی هستند که در صورتی که آی‌سی با مقادیر بیش از آن‌ها مورد استفاده واقع شود، صدمه خوردن به آن محتمل خواهد بود. عملکرد تابعی در این شرایط بی معنی است.*
* *تمام ولتاژها نسبت به پایه‌ی ولتاژ V_{SS} سنجیده شده‌اند.*

۱۷۲ شرایط عملکرد توصیه شده

واحد	اندازه	پارامتر	نشانه
V	3 تا 20	ولتاژ تغذیه	V_{DD}
V	0 تا V_{DD}	ولتاژ ورودی	V_I
°C	55- تا 125	دمای کار	T_{op}

مشخصات DC

نشانه	پارامتر	شرایط آزمایش				اندازه							واحد
		V_I (V)	V_O (V)	$\|I_O\|$ (μA)	V_{DD} (V)	$T_A = 25°C$			-40 تا 85°C		-55 تا 125°C		
						حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
I_L	جریان خاموشی	0/5			5		0.02	1		30		30	μA
		0/10			10		0.02	2		60		60	
		0/15			15		0.02	4		120		120	
		0/20			20		0.04	20		600		600	
V_{OH}	ولتاژ خروجی با تراز بالا	0/5		<1	5	4.95			4.95		4.95		V
		0/10		<1	10	9.95			9.95		9.95		
		0/15		<1	15	14.95			14.95		14.95		
V_{OL}	ولتاژ خروجی با تراز پایین	5/0		<1	5		0.05			0.05		0.05	V
		10/0		<1	10		0.05			0.05		0.05	
		15/0		<1	15		0.05			0.05		0.05	
V_P	ولتاژ آستانه‌ی تریگر مثبت	a			5	2.2	2.9	3.6	2.2	3.6	2.2	3.6	V
		a			10	4.6	5.9	7.1	4.6	7.1	4.6	7.1	
		a			15	6.8	8.8	10.8	6.8	10.8	6.8	10.8	
		b			5	2.6	3.3	4.0	2.6	4	2.6	4	
		b			10	5.6	7	8.2	5.6	8.2	5.6	8.2	
		b			15	6.3	9.4	12.7	6.3	12.7	6.3	12.7	
V_N	ولتاژ آستانه‌ی تریگر منفی	a			5	0.9	1.9	2.8	0.9	2.8	0.9	2.8	V
		a			10	2.5	3.9	5.2	2.5	5.2	2.5	5.2	
		a			15	4	5.8	7.4	4	7.4	4	7.4	
		b			5	1.4	2.3	3.2	1.4	3.2	1.4	3.2	
		b			10	3.4	5.1	6.6	3.4	6.6	3.4	6.6	
		b			15	4.8	7.3	9.6	4.8	9.6	4.8	9.6	
V_H	ولتاژ پسماند	a			5	0.3	0.9	1.6	0.3	1.6	0.3	1.6	V
		a			10	1.2	2.3	3.4	1.2	3.4	1.2	3.4	
		a			15	1.6	3.5	5	1.6	5	1.6	5	
		b			5	0.3	0.9	1.6	0.3	1.6	0.3	1.6	
		b			10	1.2	2.3	3.4	1.2	3.4	1.2	3.4	
		b			15	1.6	3.5	5	1.6	5	1.6	5	
I_{OH}	جریان تغذیه‌ی خروجی	0/5	2.5	<1	5	-1.36	-3.2		-1.15		-1.1		mA
		0/5	4.6	<1	5	-0.44	-1		-0.36		-0.36		
		0/10	9.5	<1	10	-1.1	-2.6		-0.9		-0.9		
		0/15	13.5	<1	15	-3.0	-6.8		-2.4		-2.4		
I_{OL}	جریان کشی خروجی	0/5	0.4	<1	5	0.44	1		0.36		0.36		mA
		0/10	0.5	<1	10	1.1	2.6		0.9		0.9		
		0/15	1.5	<1	15	3.0	6.8		2.4		2.4		
I_I	جریان نشتی ورودی	0/18	هر ورودی		18		$\pm 10^{-5}$	±0.1		±1		±1	μA
C_I	ظرفیت ورودی		هر ورودی				5	7.5					pF

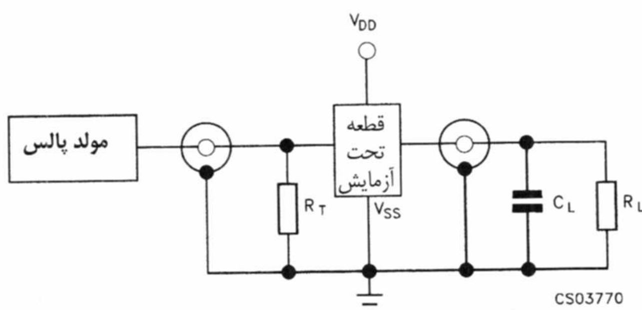
** حاشیه‌ی نویز برای هر دو تراز 0 و 1 به شرح زیر است:*
به ازای $V_{DD} = ۵\ V$ ، حداقل ۱ V
به ازای $V_{DD} = ۱۰\ V$ ، حداقل ۲ V
به ازای $V_{DD} = ۱۵\ V$ ، حداقل ۲/۵ V
a: ورودی در پایه‌های ۱۲ ,۸ ,۵ ,۱ یا ۱۳ ,۹ ,۶ ,۲. بقیه ورودی‌ها به V_{DD} وصل می‌شوند.
b: ورودی در پایه‌های ۹ ,۸ ,۶ ,۵ ,۲ ,۱ یا ۱۳ ,۱۲. بقیه ورودی‌ها به V_{DD} وصل می‌شوند.

۱۷٤ خصوصیات الکتریکی پویا (دمای محیط C°۲۵، C_L=۵۰PF، R_L=۲۰۰KΩ، $t_r = t_f$= ۲۰ns)

نشانه	پارامتر	شرایط آزمایش		اندازه *			واحد
		VDD (V)		حداقل	معمولاً	حداکثر	
tPLH tPHL	زمان تأخیر در انتشار	5			190	380	ns
		10			90	180	
		15			65	130	
tTLH tTHL	زمان گذر خروجی	5			100	200	ns
		10			50	100	
		15			40	80	

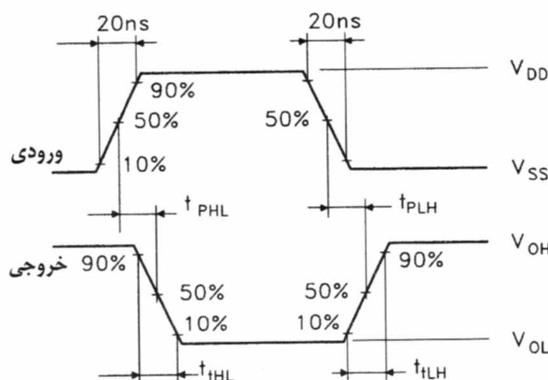
* برای تمام مقادیر V_{DD} می‌توانید از ضریب دمائی C°/۰/۳٪ استفاده کنید.

مدار آزمایشی



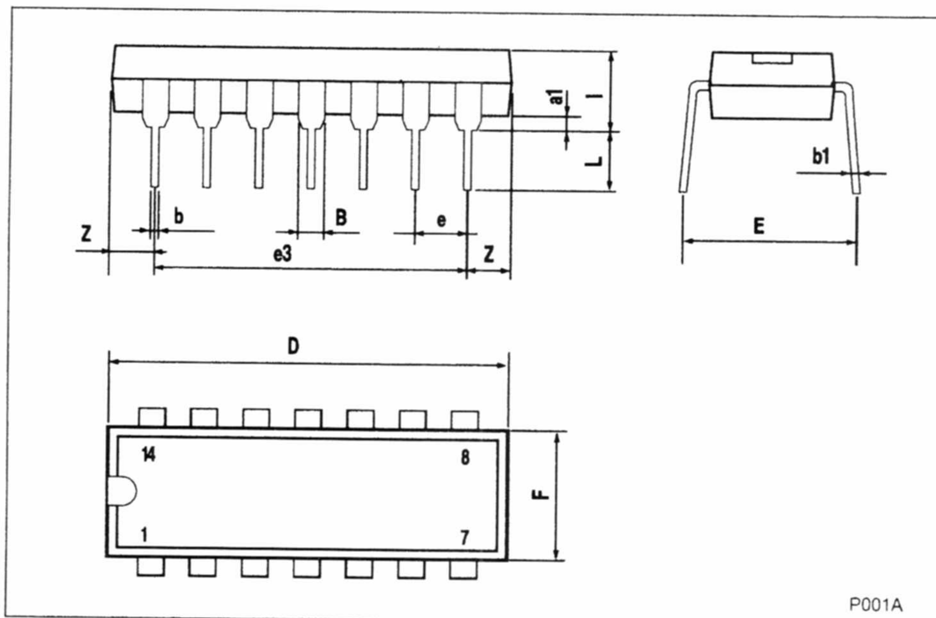
C_L = معادل PF ۵۰ (شامل ظرفیت پروب و وسائل نگهدارنده)
R_L = ۲۰۰ kΩ
$R_T = Z_{out}$ (امپدانس خروجی مولد پالس)، معمولاً Ω ۵۰

شکل موج: زمان‌های تأخیر در انتشار (چرخه‌ی کاری ۵۰٪، f=۱ MHz)



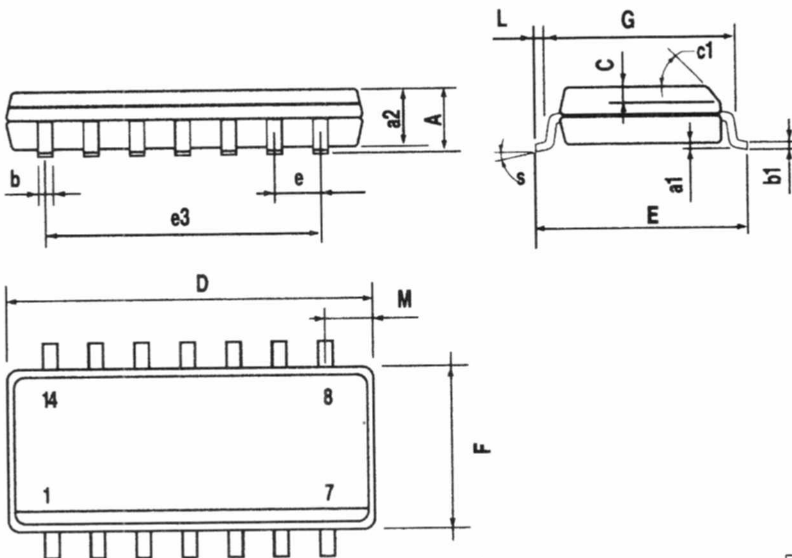
اطلاعات ابعادی آی‌سی‌های ۱۴ پایه دو ردیفه‌ی معمولی با بدنه پلاستیکی

اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100



۱۷۶ اطلاعات ابعادی آی سی‌های ۱۴ پایه دو ردیفه با پایه‌های خوابیده

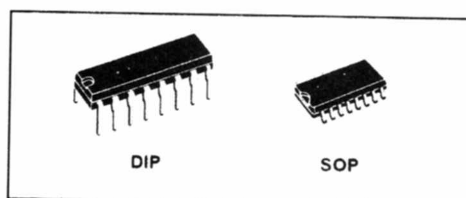
اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
A			1.75			0.068
a1	0.1		0.2	0.003		0.007
a2			1.65			0.064
b	0.35		0.46	0.013		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.019	
c1	45 (معمولاً)					
D	8.55		8.75	0.336		0.344
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		7.62			0.300	
F	3.8		4.0	0.149		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.019		0.050
M			0.68			0.026
S	8 (حداکثر)					





HCF4511B

نگهدارنده، رمز گشا و راه انداز BCD به هفت قسمتی



کد سفارش

محفظه	معمولی	بصورت نوار و چرخک
DIP	HCF4511BEY	
SOP	HCF4511BM1	HCF4511M013TR

* توانائی ارائه جریان خروجی بالا (تا ۲۵ mA)
* نگهدارنده‌های ورودی برای ذخیره‌سازی کد BCD
* آزمایش لامپ و توانائی خاموش کردن نمایشگر
* به ازای کدهای ورودی BCD بزرگ‌تر از 1001، خروجی‌های هفت قسمتی قطع می‌گردند.
* حفظ جریان خاموشی تا ۲۰ ولت
* با مشخصات خروجی متقارن و استاندارد
* با ولتاژهای مجاز ۵ ، ۱۰و ۱۵ ولت
* جریان نشتی ورودی:

به ازای I_L=۱۰۰nA(MAX)،T=۲۵°C،V_{DD}=۱۸V

* ۱۰۰٪ آزمایش شده برای جریان خاموشی
* تمام استانداردهای CMOSهای سری B را رعایت و برآورده می‌سازد.

شناسازی

این آی‌سی مدار مجتمع یکپارچه‌ای است که بافناوری MOS (نیمه هادی ـ اکسید ـ فلز) ساخته شده ودر بدنه‌های DIP و SOP به بازار عرضه می‌شود.

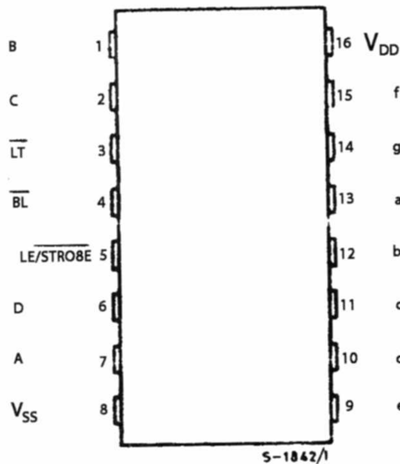
HCF۴۵۱۱B یک رمزگشا و راه‌انداز BCD به هفت قسمتی است که از منطق CMOS و ترانزیستور دو قطبی npn در قسمت خروجی تشکیل گردیده و بر روی یک ساختار یکپارچه قرار داده شده است. این آی‌سی تلفیقی از اتلاف توان کم و مصونیت نویز بالای CMOS های شامل

ترانزیستور دو قطبی npn در خروجی را یکجا عرضه کرده و توانائی ارائه تا ۲۵ mA جریان را دارد. این مشخصه‌ی این آی‌سی باعث می‌شود که آن را بتوان مستقیماً به LEDها و نمایشگرها متصل نمود.

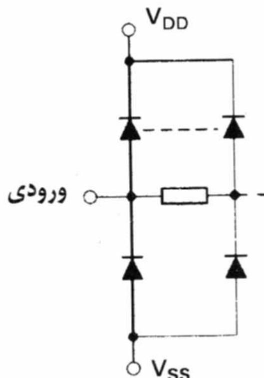
برای آزمایش کردن نمایشگر، ورودی‌های $\overline{LT}$ (آزمایش لامپ)، $\overline{BL}$(خاموش کردن) و استروب یا فعال‌سازی نگهدارنده پیش‌بینی شده‌اند تا در صورت لزوم بتوان نمایشگر را خاموش کرده، شدت نور لامپ آن را تنظیم نموده و یا یک کُد BCD را ذخیره نمود.

وقتی از مدار تسهیم کننده خارجی استفاده شود، سیگنال‌های مختلف زیادی را می‌توان مالتی پلکس کرده و نمایش داد.

چیدمان پایه‌ها



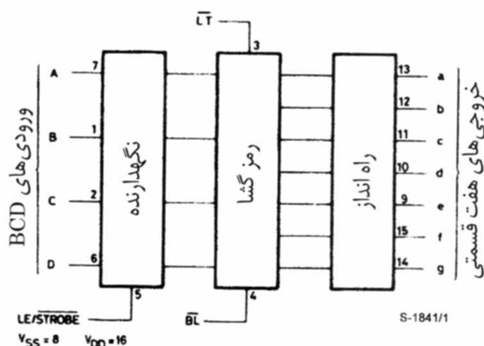
مدار معادل ورودی

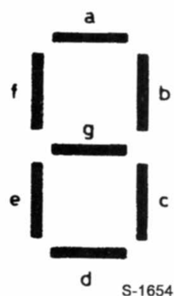


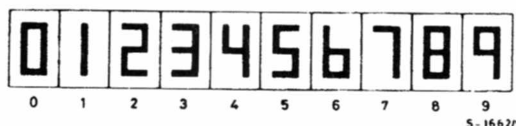
توصیف پایه‌ها

نام و عملکرد	نشانه	شماره‌ی پایه
ورودی‌های BCD	A, B, C, D	7, 1, 2, 6
خروجی‌های هفت قسمتی	a تا g	13, 12, 11, 10, 9, 15, 14
ورودی آزمایش لامپ	$\overline{LT}$	3
ورودی خاموش کننده	$\overline{BL}$	4
ورودی استروب یا فعال‌ساز نگهدارنده	$LE/\overline{STROBE}$	5
ولتاژ تغذیه منفی	V_{SS}	8
ولتاژ تغذیه مثبت	V_{DD}	16

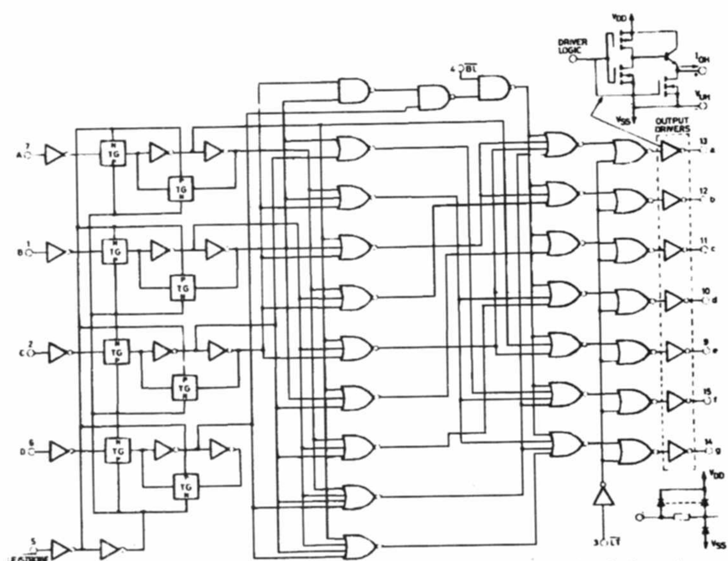
دیاگرام کاری







۱۸۰ دیاگرام منطقی



تمام ورودی‌ها به توسط شبکه حفاظتی COS/MOS محافظت شده‌اند.

جدول درستی

LE	$\overline{BL}$	$\overline{LT}$	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	نمایشگر
X	X	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	8
X	L	H	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	قطع
L	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
L	H	H	L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
L	H	H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	2
L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	H	L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	H	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	6
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	L	L	H	H	9
L	H	H	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	قطع
L	H	H	H	L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	قطع
L	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	قطع
L	H	H	H	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	قطع
L	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	قطع
L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	قطع
H	H	H	X	X	X	X	*							*

X= بی اهمیت

بیشترین مقادیر مجاز

واحد	اندازه	پارامتر	نشانه
V	0.5- تا 22+	ولتاژ تغذیه	V_{DD}
V	0.5- تا V_{DD} + 0.5	ولتاژ DC ورودی	V_I
mA	± 10	جریان DC ورودی	I_I
mW	200	افت توان در هر ای‌سی	P_D
mW	100	افت توان به ازای هر ترانزیستور خروجی	
°C	55- تا 125+	دمای کار	T_{op}
°C	65- تا 150+	دمای نگهداری	T_{stg}

** بیشترین مقادیر ارقامی هستند که در صورتی که آی‌سی با مقادیر بیش از آن‌ها مورد استفاده واقع شود، صدمه خوردن به آن محتمل خواهد بود. عملکرد تابعی در این شرایط بی معنی است.*
** تمام ولتاژها نسبت به پایه ولتاژ V_{SS} سنجیده شده‌اند.*

شرایط عملکرد توصیه شده

واحد	اندازه	پارامتر	نشانه
V	3 تا 20	ولتاژ تغذیه	V_{DD}
V	0 تا V_{DD}	ولتاژ ورودی	V_I
°C	55- تا 125	دمای کار	T_{op}

۱۸۲ مشخصات DC

نشانه	پارامتر	شرایط آزمایش				اندازه							واحد
		V_I (V)	V_O (V)	$\lvert I_O \rvert$ (μA)	V_{DD} (V)	$T_A = 25°C$			40- تا 85°C		55- تا 125°C		
						حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
I_L	جریان خاموشی	0/5			5		0.04	5		150		150	μA
		0/10			10		0.04	10		300		300	
		0/15			15		0.04	20		600		600	
		0/20			20		0.08	100		3000		3000	
V_{OH}	ولتاژ خروجی با تراز بالا	0/5			5	4.95			4.95		4.95		V
		0/10			10	9.95			9.95		9.95		
		0/15			15	14.95			14.95		14.95		
V_{OL}	ولتاژ خروجی با تراز پایین	5/0			5		0.05			0.05		0.05	V
		10/0			10		0.05			0.05		0.05	
		15/0			15		0.05			0.05		0.05	
V_{IH}	ولتاژ ورودی با تراز بالا		0.5/3.8		5	3.5			3.5		3.5		V
			1/8.8		10	7			7		7		
			1.5/13.8		15	11			11		11		
V_{IL}	ولتاژ ورودی با تراز پایین		3.8/0.5		5			1.5		1.5		1.5	V
			8.8/1		10			3		3		3	
			13.8/1.5		15			4		4		4	
V_{OH}	ولتاژ تغذیه خروجی			0	5	4.1	4.57		4.1		4.1		V
				5			4.24						
				10		3.6	4.12		3.3		3.3		
				15			3.94						
				20		2.8	3.75		2.5		2.5		
				25			3.54						
				0	10	9.1	9.58		9.1		9.1		V
				5			9.26						
				10		8.75	9.17		8.45		8.45		
				15			9.04						
				20		8.1	8.90		7.8		7.8		
				25			8.75						
				0	15	14.1	14.59		14.1		14.1		V
				5			14.27						
				10		13.75	14.18		13.45		13.45		
				15			14.07						
				20		13.1	13.95		12.8		12.8		
				25			13.80						
I_{OL}	جریان کشی خروجی	0/5	0.4		5	0.44	1		0.36		0.36		mA
		0/10	0.5		10	1.1	2.6		0.9		0.9		
		0/15	1.5		15	3	6.8		2.4		2.4		
I_I	جریان نشتی ورودی (هر ورودی)	0/18			18		$\pm10^{-5}$	±0.1		±1		±1	μA
C_I	ظرفیت ورودی (هر ورودی)						5	7.5					pF

* *حاشیه‌ی نویز برای هر دو تراز 1 و 0 به شرح زیر است:*

به ازای $V_{DD} = ۵\ V$، حداقل ۱ V

به ازای $V_{DD} = ۱۰\ V$ ، حداقل ۲ V

به ازای $V_{DD} = ۱۵\ V$، حداقل ۲/۵ V

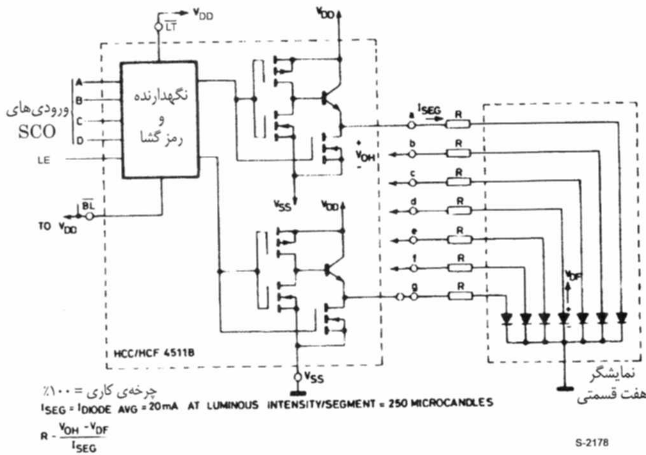
خصوصیات الکتریکی پویا (دمای محیط ۲۵°C، C_L=۵۰PF، R_L=۲۰۰KΩ، $t_r = t_f$= ۲۰ns)

نشانه	پارامتر	شرایط آزمایش V_{DD} (V)	شرایط آزمایش	اندازه* حداقل	اندازه* معمولاً	اندازه* حداکثر	واحد
t_{PHL}	زمان تأخیر در انتشار (داده)	5			520	1040	ns
		10			210	420	
		15			150	300	
t_{PLH}	زمان تأخیر در انتشار (داده)	5			660	1320	ns
		10			260	520	
		15			180	360	
t_{PHL}	زمان تأخیر در انتشار $\overline{BL}$	5			350	700	ns
		10			175	350	
		15			125	250	
t_{PLH}	زمان تأخیر در انتشار $\overline{BL}$	5			400	800	ns
		10			175	350	
		15			150	300	
t_{PHL}	زمان تأخیر در انتشار ($\overline{LT}$)	5			250	500	ns
		10			125	250	
		15			85	170	
t_{PLH}	زمان تأخیر در انتشار ($\overline{LT}$)	5			150	300	ns
		10			75	150	
		15			50	100	
t_{TLH}	زمان انتقال	5			40	80	ns
		10			30	60	
		15			20	50	
t_{THL}	زمان انتقال	5			125	310	ns
		10			75	185	
		15			65	160	
t_{setup}	زمان ست آپ	5		150	75		ns
		10		70	35		
		15		40	20		
t_{hold}	زمان نگهداری	5		0	-75		ns
		10		0	-35		
		15		0	-20		
t_W	پهنای پالس استروب	5		400	200		ns
		10		160	80		
		15		100	50		

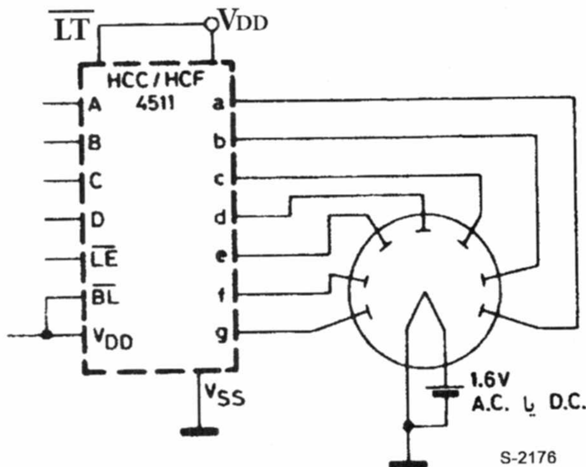
** برای تمام مقادیر V_{DD} می‌توانید از ضریب دمائی ۰/۳٪/°C استفاده کنید.*

۱۸۴ کاربردهای نمونه (قابل اتصال به نمایشگرهای مختلف)

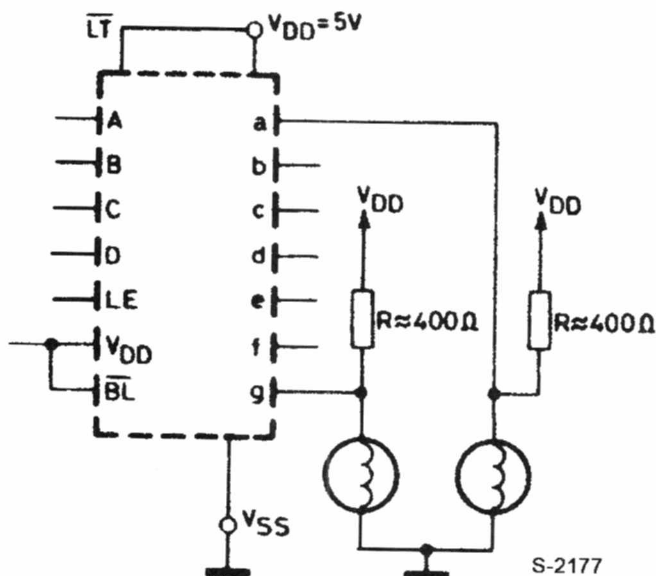
راه‌اندازی و تغذیه نمایشگر هفت قسمتی کاتد مشترک



راه‌اندازی و تغذیه‌ی نمایشگرهای فلورسنتی با ولتاژ پائین

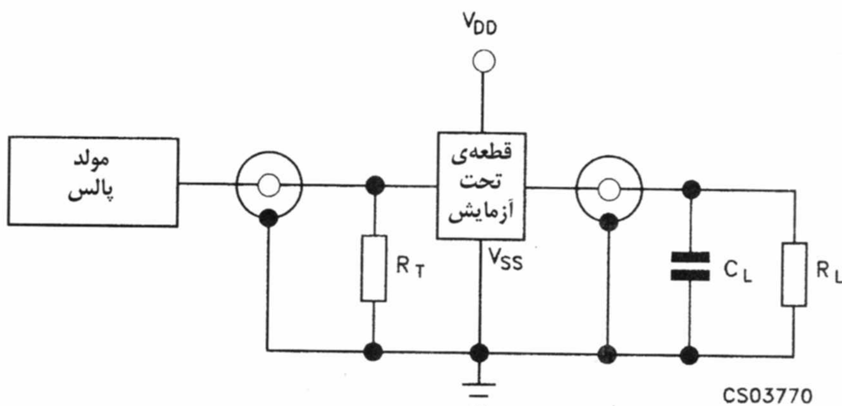


با استفاده از نمایشگرهای فلورسنتی با ولتاژ پائین مثل سری SGی Tung-Sot Digivac می‌توان به نمایشگری با شدت روشنائی متوسط دست یافت.



فقط اتصالات دو تا از هفت قطعه نشان داده شده است. برای اینکه قطعات وصل و کمی گرم باشند، در سر راه خروجی تغذیه هفت قسمتی به V_{DD} از یک مقاومت R استفاده کرده‌ایم.

مدار آزمایشی

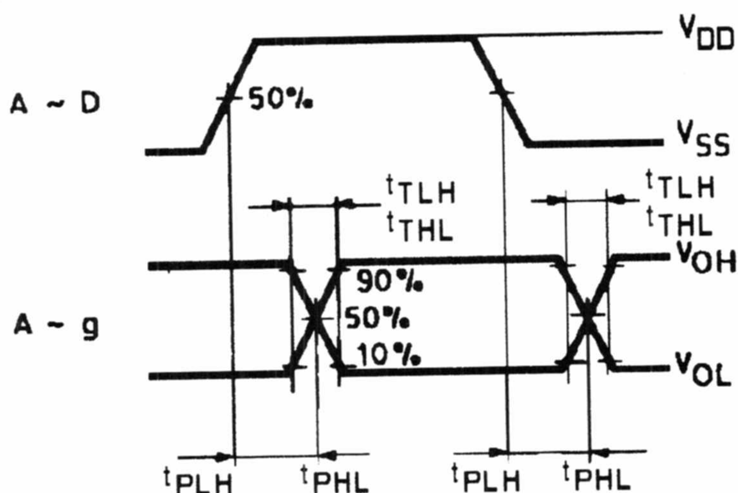


C_L = معادل ۵۰PF (شامل ظرفیت پروب و وسائل نگهدارنده)

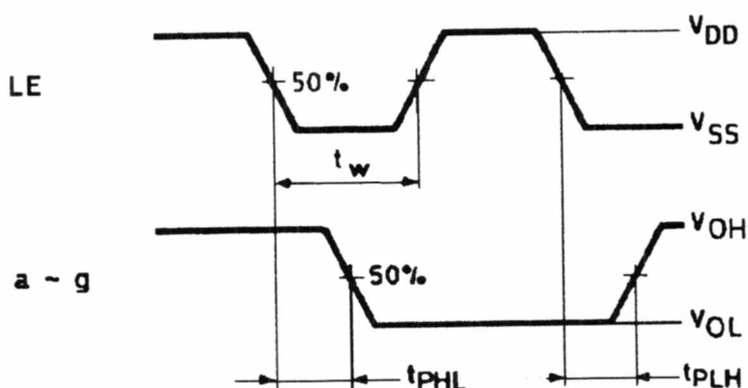
R_L = ۲۰۰ kΩ

R_T = Z_{out} (امپدانس خروجی مولد پالس)، معمولاً ۵۰Ω

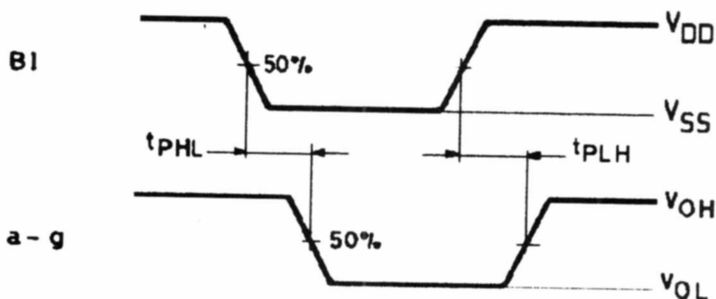
شکل موج ۱: زمان‌های تأخیر در انتشار (چرخه‌ی کاری ۵۰٪، f=۱ MHz)



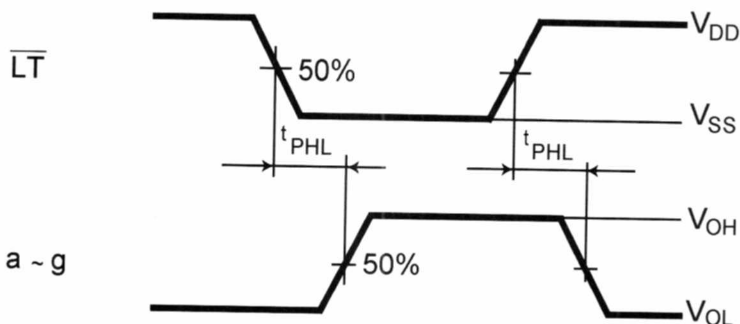
شکل موج ۲: حداقل پهنای پالس (چرخه‌ی کاری ۵۰٪، f=۱ MHz)



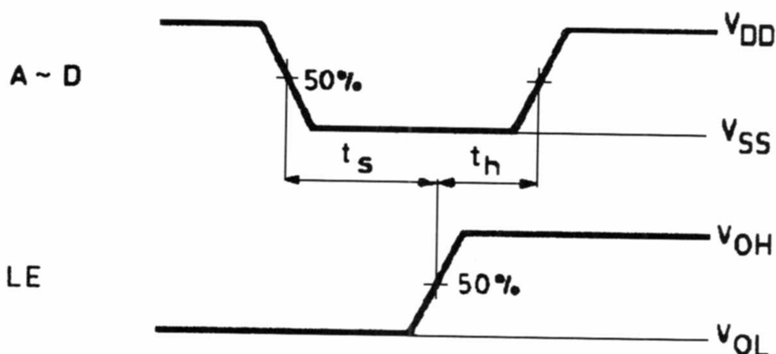
شکل موج ۳ : زمان‌های تأخیر در انتشار (چرخه‌ی کاری ۵۰٪، MHz ۱=f)



شکل موج۴ : زمان‌های تأخیر در انتشار (چرخه‌ی کاری ۵۰٪، MHz ۱=f)

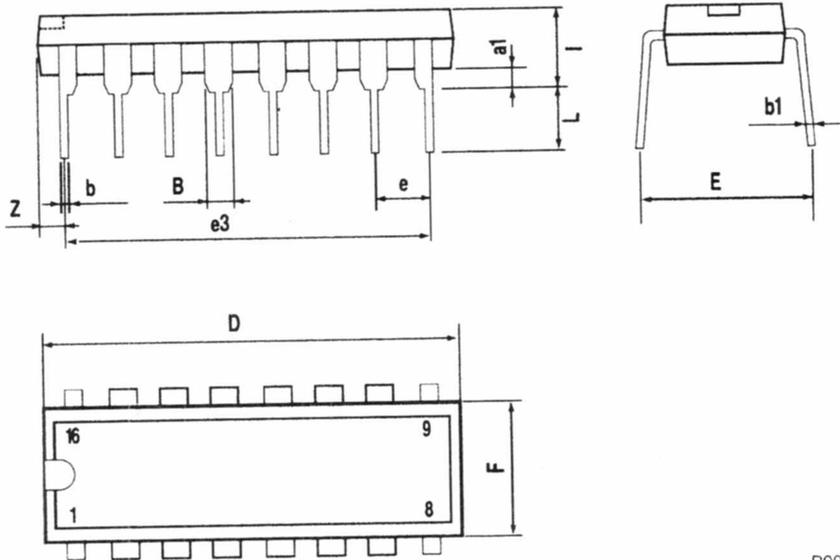


شکل موج ۵ : حداقل زمـان آماده‌ســازی و نگهــداری (چرخــه‌ی کاری ۵۰٪، MHz ۱=f)



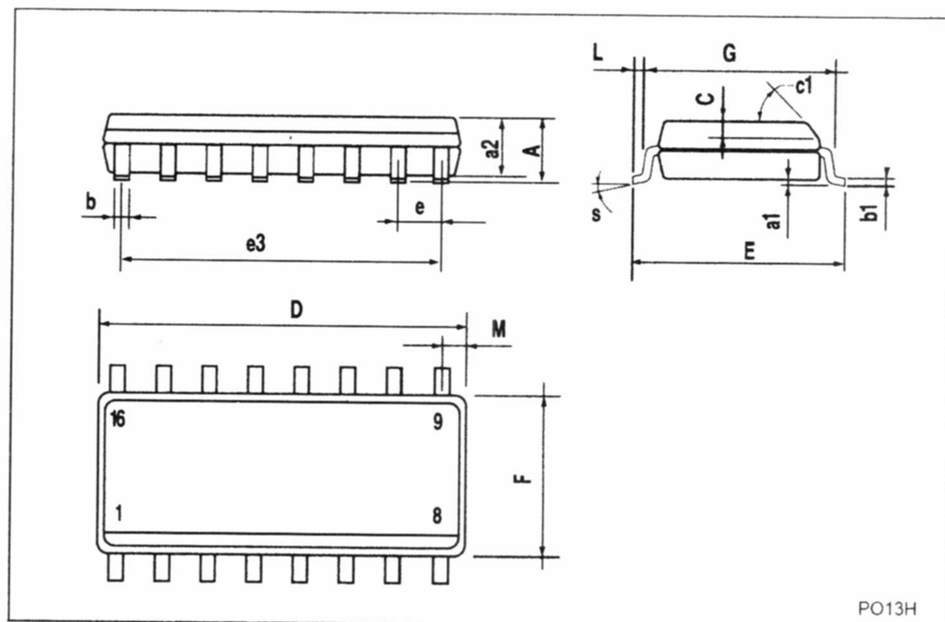
۱۸۸ اطلاعات ابعادی آی‌سی‌های ۱۶ پایه (۰/۲۵) دو ردیفه‌ی معمولی با بدنه پلاستیکی

اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050



اطلاعات ابعادی آی‌سی‌های ۱۶ پایه دو ردیفه با پایه‌های خوابیده

اندازه	mm.			inch		
	حداقل	معمولاً	حداکثر	حداقل	معمولاً	حداکثر
A			1.75			0.068
a1	0.1		0.2	0.003		0.007
a2			1.65			0.064
b	0.35		0.46	0.013		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.019	
c1	45 (معمولاً)					
D	9.8		10	0.385		0.393
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F	3.8		4.0	0.149		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.019		0.050
M			0.62			0.024
S	8 (حداکثر)					





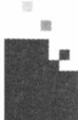
لغت‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

A

alarm	هشدار دهنده
analog	آنالوگ ـ عقربه‌ای ـ غیر دیجیتالی
anti valence	ضد ارزش
array	آرایه
artificial	مصنوعی
astable	ناپایا ـ ناپایدار
asynchronous	آسنکرون ـ غیر همزمان
audible	شنیداری

B

battery clip	گیره، بست یاسر باتری
BCD	سیستم باینری کُدبندی شده به صورت اعشاری
binary	باینری ـ دودوئی
bipolar	دو قطبی
bit	بیت ـ رقم باینری
blinker	چشمک‌زن
bread board	برد ـ بُرد، صفحه مدار آزمایشی معمولاً پلاستیکی و سوراخدار که بَرای نصب سریع قطعات روی آن نیازی به لحیم‌کاری نیست.



bridge	پُل ـ یک تکه سیم کوتاه که دو قسمت مجزا ازهم مدار (یا قطع شده) را به یکدیگر متصل می‌سازد. بست U شکل برای نگهداری و تثبیت سر سیم خارجی روی بِرد بُرد.

C

capacitance	ظرفیت
capacitor	خازن
cathode	کاتُد ـ قطب منفی
ceramic capacitor	خازن سرامیکی
charge.to	پر کردن ـ شارژ کردن
chip	تراشه
circular shift register	شیفت رجیستر چرخه‌ای
clear	پاک ـ صفر
click	تیک ـ کلیک
clock	ساعت
clock generator	مولد پالس ساعت
clockwise	ساعتگرد
CMOS	خانواده‌ای از مدارات مجتمع با مصرف کم
code	کُد ـ رمز
compatible	سازگار
conductor	هادی
connection	ارتباط ـ اتصال
converter	مبدل
counter	شمارنده
CP	پالس ساعت
current sink	جریان خور ـ جریان کش
cycle	سیکل ـ چرخه

D

data	دیتا ـ داده
data sheet	دیتاشیت ـ برگه‌ی مشخصات
debounce	بدون لرزش و ارتعاش
decimal	دسیمال ـ اعشاری

decimal point	ممیز اعشاری
decoder	دکودر ـ رمزگشا
demultiplexer	دی مالتی پلکسر ـ مداری که با آدرس دهی می‌توان اطلاعات تنها ورودی را به نوبت به چندین خروجی انتقال داد.
D flip flop	فلیپ فلاپ D یا تأخیری، فلیپ فلاپی که تنها یک ورودی داده و یک ورودی ساعت دارد.
digit	رقم ـ عدد
digital	دیجیتال ـ رقمی
DIP	نوعی بدنه برای آی‌سی‌ها که پایه‌ها در دو ردیف موازی از وجه زیرین آن بیرون زده‌اند.
discharge	دشارژ ـ تخلیه
discrete	مجزا ـ گسسته
display	نمایش
dissipation	مصرف ـ تلفات
don´t care	بی‌اهمیت
driver	راه‌انداز ـ تغذیه
dual	دوتائی ـ دوگانه
duration	تداوم ـ زمان انجام یک حرکت یا کار خاص
duty cycle	چرخه کاری، نسبت عرض پالس به دوره تناوب
dynamic	دینامیک ـ پویا

E

edge trigger	تحریک یا راه‌اندازی لبه‌ای
electrolytic capacitor	خازن الکترولیتی ـ خازن شیمیائی
emergency	اضطراری
enable	فعال‌ساز
encoder	انکودر ـ رمزبَر، مدار منطقی با یک یا چند ورودی که خروجی آن به شکل باینری است.
even	زوج
exclusive	انحصاری

F

falling	نزولی

fall time	زمان نشست، زمانی که به طول می‌انجامد تا پالس از ۹۰٪ دامنه خود به ۱۰٪ آن برسد.
feedback	فیدبک ـ باز خورد ـ پسخورد
filament bulb	لامپ رشته‌ای
flickering	سوسو زدن
flip flop	فلیپ فلاپ ـ دو حالته
fluorescent lamp	لامپ فلورسنت
frequency divider	مقسم فرکانس
function	تابع

G

gate	گیت ـ دریچه ـ دروازه
generator	مولد
GND	زمین

H

hard_wired circuit	مداری که برای ایجاد تغییرات در آن، باید لحیم‌ها و اتصالات دائمی را باز کرد.
hex	پیشوند شش‌تائی
high	بالا ـ 1 منطقی ـ H
hold time	زمان نگهداری
humming tone	تُن با صدای هوم مانند
hysteresis	هیسترزیس ـ پسماند ـ در مدارهای منطقی به گستره‌ای اطلاق می‌شود که در آن، وضعیت موجود تغییر نمی‌کند.

I

impedance	امپدانس ـ مقاومت ظاهری ـ مقاومت موجود در مقابل عبور جریان در یک مدار جریان متناوب
in_phase	همفاز
insulation	روکش ـ عایق سیم
Integrated Circuit	آی‌سی ـ مدار مجتمع
intensity	شدت
interference	تداخل
intermediate	بینابینی ـ میان مرحله‌ای

inverter — وارونگر ـ وارونساز ـ معکوس‌کننده ـ اینورتر ـ مدار منطقی که ورودی آن به حالت مقابل تغییر کرده و به خروجی منتقل می‌شود.

J

JK flip flop — نوعی فلیپ‌فلاپ به همین اسم که اگر در موقع دریافت پالس ساعت، ورودی‌های J و Kی آن، H باشند، وضعیت خروجی‌اش تغییر می‌کند. اگر فقط ورودی J، H باشد، پالس ساعت، خروجی را H می‌کند. اگر فقط ورودی K در حالت H باشد، پالس ساعت، خروجی را L می‌نماید.

junction — پیوند ـ پیوندی

L

latch — لَچ ـ قفل ـ نگهدارنده ـ حافظه‌ی یک بیتی

layout — جانمائی ـ چیدمان

LDR — مقاومت نوری ـ مقاومتی که متناسب با شدت نور دریافتی، اندازه‌اش تغییر می‌کند.

level — تراز ـ سطح

light controlled — کنترل‌شده با نور

logic — لاجیک ـ منطقی

loop — حلقه

LSB — کم ارزش‌ترین بیت

LSD — رقم با کمترین ارزش

loud speaker — بلندگو

low — پائین ـ 0 منطقی ـ L

low_pass filter — صافی یا پالایه‌ی پائین گذر

M

majority — اکثریت

margin — محدوده ـ حاشیه

memory — حافظه

metronome — مترونوم ـ وسیله‌ای مکانیکی یا الکترونیکی که تیک‌های شنیداری تولید کرده و در موسیقی از آن برای زمان‌بندی استفاده می‌کنند.

mode — مُد ـ وضعیت

mono flop — تک فلاپ ـ تک پالس

monolithic — یکپارچه

Morse key	کلید مورس
Morse tone generator	مولد تُن مورس
MS	اصلی ـ فرعی ، تابع ـ متبوع
MSB	پر ارزش‌ترین بیت
MSD	رقم با بیشترین ارزش
multiplexer	مالتی پلکسر ـ مداری که با آدرس‌دهی می‌توان چند ورودی را به نوبت به تنها خروجی انتقال داد ـ پخش کننده‌ی داده

N

NAND gate	گیت NAND ـ ترکیبی از یک گیت AND و یک وارونساز
negative going	منفی رو ـ منفی رونده
noise	نویز ـ نوفه ـ اغتشاش
NOR gate	گیت NOR ـ ترکیبی از یک گیت OR و یک وارونساز

O

odd	فرد
oscillation	نوسان‌سازی
oscillator	نوسان‌ساز ـ اسیلاتور
oscilloscope	اسیلوسکوپ ـ موج نما
out of phase	غیرهمفاز
overflow	سرریز

P

pattern	الگو
piezoelectric transducer	مبدل پیزو الکتریک
pin	پایه
polarity	قطبیت ـ پُلاریته
positive going	مثبت رو ـ مثبت رونده
pot	پتانسیومتر ـ مقاومت قابل تنظیم
power_up	شروع کار ـ اعمال تغذیه ـ روشن کردن
preset	پری‌ست ـ پیش تنظیم ـ 1 کردن
probe	سر سیم دستگاه اندازه‌گیر یا آزمایش کننده ـ کاوه ـ پروب
propagation delay	تأخیر درانتشار

pull down	پائین کش
pull up	پول ـ آپ، بالابر، بالاکش
pulse	پالس ـ ضربه
push button	کلید فشاری ـ شستی
push_pull	پـوش ـ پـول، واژه‌ی قدیمی برای مرحله‌ای کـه درآن به نوبت از دو ترانزیستور هدایت کننده استفاده می‌شود.

Q

quad	پیشوند چهارتائی
quiescent current	جریان خاموشی

R

random generator	مولد تصادفی
range	گستره ـ محدوده ـ رنج
rating	حد یا مقدار مجاز
register	رجیستر ـ ثبات
relay	رله ـ کلید الکترومغناطیسی
reset	ری رست ـ بازنشانی ـ صفر کردن یا شدن
resonant frequency	فرکانس تشدید
resonator	تشدیدکننده
ring counter	شمارنده‌ی حلقوی
rise time	زمان برخاسـت ـ زمانی که طول می‌کشـد تا یک پالس از ۱۰٪ دامنه به ۹۰٪ دامنه برسد.
rising	صعودی
RS	«ری‌سِت ـ سِت»
RS flip flop	فلیـپ فلاپـی به همین اسـم که دارای ورودی‌های ری‌سـت و سـت اسـت و در هر لحظه، فقط یک ورودی می‌تواند **1** منطقی باشـد. اگر در لحظه‌ی رسـیدن پالس سـاعت، ورودی S، **1** باشـد، فلیپ‌فلاپ و خروجـی Q آن بـه حالت، **1** می‌رود. وجود حالـت **1** در ورودی R، خروجی را صفر و یا در حالت خاموش قرار می‌دهد.

S

Schmitt trigger	اشمیت تریگر ـ مداری با دو حالت مجزا که سیگنال ورودی AC را با انجام کلید زنی، به موج خروجی مربعی مبدل می‌سـازد. به این مدار درنقطه‌ی از پیش تعیین شـده‌ای در هر نوسان مثبت و منفی سیگنال ورودی، فرمان داده می‌شود.

self discharge	خود تخلیه
sensor	سنسور ـ حسگر
sequential	ترتیبی
set،to	ست یا 1 کردن ـ تنظیم نمودن ـ نشاندن
set_up time	زمان آماده سازی و برپائی
seven segment	هفت قسمتی
shift	شیفت ـ جابجائی ـ انتقال
shift register	ثبات انتقال ـ شیفت رجیستر
signal	سیگنال ـ علامت
sink	مکش
siren	آژیر
solderless	بدون لحیم
SOP	نوعی بدنه‌ی آی‌سی که در آن پایه‌ها نسبت به کف برجسته نبوده و از وجوه کناری بیرون زده‌اند. بدنه آی‌سی با پایه‌های خوابیده.
square wave	موج مربعی
stable	پایدار ـ پایا
stage	طبقه
state	حالت ـ وضعیت
storage time	زمان ذخیره سازی
strobe	آگاه گیر ـ فعال ساز ـ استروب
supply voltage	ولتاژ تغذیه
symmetrical	متقارن
synchronous	سنکرون ـ همزمان
switching	کلیدزنی ـ سویچینگ ـ قطع و وصل

T

threshold	آستانه
time constant	ثابت زمانی
timer	تایمر ـ زمان‌سنج
toggle	از حالتی به حالت دیگر رفتن
toggle switch	کلید الاکلنگی، قطع و وصل
tone generator	مولد تُن

transition	تغییر ـ انتقال ـ جابجائی ـ گذار ـ گذر ـ عبور
trigger	تریگر ـ راه‌اندازی ـ تحریک
troubleshooting	عیب یابی
truth table	جدول درستی ـ جدولی شامل تمام ترکیبات امکان‌پذیر ورودی‌ها و خروجی یک گیت.
TTL	نوعی آی‌سی با منطق ترانزیستور ـ ترانزیستور باترانزیستورهای دوقطبی با مصرفی بیش از آی‌سی‌های CMOS
turn_off delay	تأخیر در خاموش شدن
turn_on delay	تأخیر در روشن شدن

U

up_down counter	شمارنده‌ی صعودی ـ نزولی

V

variant	گونه ـ نوع
voltage divider	مقسم ولتاژ

X

XNOR	NOR انحصاری که در آن خروجی فقط در صورتی 1 می‌شود که هر دو ورودی یکسان باشند.
XOR	OR انحصاری که در آن خروجی فقط وقتی 0 می‌شود که دو ورودی یکسان نباشند.

از همین ناشر



انتشارات چرتکه

نام کتاب	تعداد صفحه	تألیف / ترجمه	قطع	بهاء
مدارات منبع تغذیه	۱۳۶	زهره ابراهیمیان	وزیری	۳۸۰۰ تومان با CD
مدارها و پروژه‌های زمان‌سنج، تقویت‌کننده عملیاتی و الکترونیک نوری	۱۲۸	مقداد گرگانی	وزیری	۳۵۰۰ تومان
پروژه‌ها و مدارهای حس‌گرهای الکترونیکی	۱۴۴	امیررضا بانی شرکاء	وزیری	۳۲۰۰ تومان
۳۱۰ مدار، راه‌حل‌های خلاقانه برای همه‌ی عرصه‌های الکترونیک	۵۵۲	مجتبی ابراهیم‌زاده غیاث	وزیری	۹۵۰۰ تومان با CD
مدارها، نمادها و فرمول‌های الکترونیکی	۱۹۲	امیررضا بانی شرکاء	وزیری	۴۰۰۰ تومان
مدلسازی و فرایند تولید قطعات	۲۱۶	محمدحسن باقری	وزیری	۴۲۰۰ تومان
... الکترونیک خیلی هم مشکل نیست!	۲۲۴	سروین هنربخش	وزیری	۵۰۰۰ تومان
راهنمای خواندن نقشه‌های الکترونیکی	۱۲۸	اسماعیل روح‌الهی	وزیری	۳۲۰۰ تومان
شناخت مواد / جلد اول	۲۰۰	سید ابراهیم وحدت	وزیری	۴۸۰۰ تومان
ساده‌ترین و کاربردی‌ترین مدارات دیجیتال و آنالوگ	۴۰۰	سروین هنربخش	وزیری	۱۲۰۰۰ تومان
راهنمای استفاده از اسیلوسکوپ و سایر ابزارهای تست	۹۶	زهره ابراهیمیان	وزیری	۳۰۰۰ تومان
اصول کار و روش‌های آزمایش قطعات و مدارهای الکترونیکی	۳۳۶	مهندس علی‌اصغر حسینی‌منش	وزیری	۱۰۰۰۰ تومان
نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی الکتریکی	۳۲۸	دکتر علیرضا رضائی	وزیری	۹۴۰۰ تومان
حفاظت از تأسیسات و جلوگیری از خطرات جریان‌های الکتریکی	۱۵۲	دکتر علیرضا رضائی	وزیری	۴۶۰۰ تومان
آشنایی با خصوصیات و کاربردهای ۵۵۵، آچار فرانسه‌ی آی‌سی‌ها...!	۱۲۰	سروین هنربخش	وزیری	۳۶۰۰ تومان
روسازی بتنی	۴۰۰	مهندس قاسم فرجی، مهندس حسن ولی‌پور	وزیری	۱۰۰۰۰ تومان
سیستم‌های صنعتی	۳۰۴	دکتر علیرضا رضائی	وزیری	۸۸۰۰ تومان
۵۰ پروژه کاربردی با انرژی خورشیدی	۲۴۸	مهندس محمدحسین مهربان جهرمی، بهار پورشاهیان	وزیری	۸۰۰۰ تومان
... به دنیای شگفت‌انگیز الکترونیک دیجیتال خوش آمدید!	۲۰۰	سروین هنربخش	وزیری	۶۰۰۰ تومان
نگاهی به دنیای پر رمز و راز نوسان‌سازها	۳۱۲	سروین هنربخش	وزیری	۹۳۰۰ تومان

۶۰۰۰ تومان

Burkhard Kainka & Lars Gollub

Experiments with Digital Electronics

۳۱۰ مدار
راه‌حلهای خلاقانه برای همه عرصه‌های الکترونیک

مدارها، نمادها و فرمول‌های الکترونیکی

مدارها و پروژه‌های زمان‌سنج، تقویت‌کننده عملیاتی و الکترونیک نوری

پروژه‌ها و مدارهای حس‌گرهای الکترونیکی

مدارات منبع تغذیه

۵۰ پروژه کاربردی با انرژی خورشیدی

...الکترونیک خیلی هم مشکل نیست!

مدارات دیجیتال و آنالوگ

مدلسازی و فرآیند تولید قطعات

شناخت مواد
جلد اول

راهنمای خواندن نقشه‌های الکترونیکی

اصول کار و روش‌های آزمایش قطعات و مدارهای الکترونیکی

حفاظت از تأسیسات و جلوگیری از خطرات جریان‌های الکتریکی

سیستمهای صنعتی

نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی الکتریکی



نگاهی به دنیای پر رمز و راز نوسان‌سازها

۵۵۵
آچار فرانسه‌ی آی‌سی‌ها ...!

روسازی بتنی

راهنمای استفاده از اسیلوسکوپ و سایر ابزارهای تست